

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Безпека комп'ютерних систем та мереж»

Група: 4КБ-01

Дипломний проект

здобувача освіти денної форми навчання

КБ.01.06.000.ДП

КАРПОВА
ВЛАДИСЛАВА
ЮРІЙОВИЧА

м. Одеса
2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Безпека комп'ютерних систем та мереж»

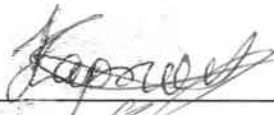
Група: 4КБ-01

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи) на тему:

Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод

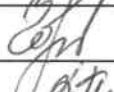
Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 68 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 10 аркушах (слайдах).

Дипломник  (Карпов В.Ю.)

Керівник  (Краснієнко Н.В.)

Консультанти:

з економічної частини  (Іванченков В.С.)

з охорони праці  (Чорновол Н.І.)

з дотримання вимог ЄСКД  (Петрашова В.І.)

старший консультант  (Кривченко Ю.В.)

До захисту допущений

Голова циклової комісії  (Кривченко Ю.В.)

Завідувач відділення  (Скорнякова О.В.)

Захист «18» 06 2024 р.

Протокол ЕК № 2

Оцінка ЕК 4/добре / 1775

Секретар ЕК 

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та ПІ
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма «Безпека комп'ютерних систем та мереж»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР Беркань Іг.В.

“ 15 ” 01 . 202 3 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу)

Здобувачеві (здобувачці) освіти Карпову Владиславу Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод»

затверджена наказом по коледжу від “ 02 ” 11 2023 р. № 244-02-ОД

2. Термін здачі закінченого проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Розробити оптичну систему зв'язку для коледжного містечка, кількість будівель дорівнює 16 од., на основі технології PON (Passive Optical Network), а саме її різновид GEAPON (Gigabit Ethernet PON) – IEEE 802.3ah.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)

1. Вступ. 2. Аналіз предметної області. 3. Актуальність застосування СКС

4. Обґрунтування вибору обладнання для СКС 5. Розробка

функціональної схеми 6. Розрахунок показників СКС 7. Економічний розрахунок. 8.

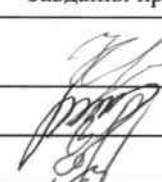
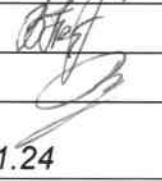
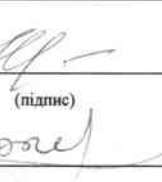
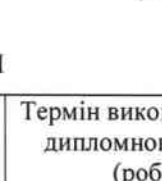
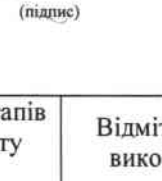
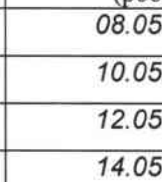
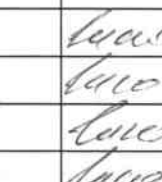
Розділ охорони праці. 9. Висновок. 10. Перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)

Презентація – слайди (Актуальність; Компоненти PON; Вибір засобів розробки PON

; Структурна схема; Функціональна схема; Розрахункові показники проекту)

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вступ, технологічний розділ, висновок	Краснієнко Н.В.		
Економічний розрахунок	Іванченков В.С.		
Охорона праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		
Старший консультант	Кривченко Ю.В.		

7. Дата видачі завдання

15.01.24

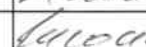
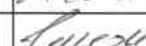
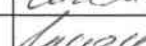
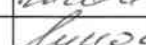
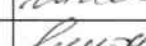
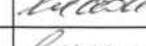
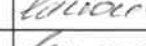
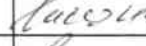
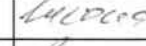
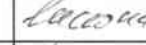
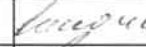
Керівник

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1.	Вступ	08.05.2024	
2.	Аналіз предметної області	10.05.2024	
3.	Актуальність створення PON	12.05.2024	
4.	Класифікація стандартів	14.05.2024	
5.	Вибір засобів розробки PON	16.05.2024	
6.	Розрахунок показників	20.05.2024	
7.	Розробка структурної схеми	22.05.2024	
8.	Розробка функціональної схеми	25.06.2024	
9.	Економічний розрахунок	05.06.2024	
10.	Розділ охорони праці	06.06.2024	
11.	Висновок.	07.06.2024	
12.	Перелік використаних джерел	08.06.2024	
13.	Оформлення пояснювальної записки	08.06.2024	
14.	Оформлення графічної (презентаційної) частини	09.06.2024	
15.	Підготовка доповіді для захисту	09.06.2024	
16.	Малий захист дипломного проекту	10.06.2024	
17.	Підготовка мультимедійної презентації до захисту	13.06.2024	

Дипломник

(підпис)

Керівник

(підпис)

[illegible]

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	8
1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Аналіз технічного завдання.....	9
1.2 Обґрунтування переваг волоконно-оптичних мереж.....	9
1.3 Характеристика об'єкту проектування	15
1.3.1 Вимоги до послуг.....	15
1.3.2 План котеджного містечка.....	16
1.4 Топології мережі.....	16
1.4.1 Топологія PON мережі на фізичному рівні	19
1.4.2 Пасивні оптичні мережі.....	19
1.4.3 Відстань до кожного абонента	23
1.5. Основні параметри оптичних волокон (ОВ)	24
1.5.1 Конструктивні параметри	24
1.5.2 Технічні характеристики	28
1.6 Обґрунтування вибору обладнання.....	31
1.7 Облаштування абонентської ділянки	39
1.8 Розрахунок бюджету потужності оптичного сигналу	42
1.8.1 Розрахунок загасання для максимально віддаленого котеджу....	44
2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	52
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	57
3.1 Аналіз умов праці й забезпечення безпеки при виконання основних видів робіт на об'єкті дипломного проектування.....	57
3.1.1 Мікроклімат робочої зони працівників, вентиляція.....	58
3.1.2 Освітлення робочого місця, шум, вібрація.....	59
3.1.3 Виробничі випромінювання.....	50
3.1.4 Електробезпека.....	60

3.2 Пожежна безпека.....	61
Висновки.....	62
Перелік використаних джерел.....	63
Додаток А Слайди мультимедійної презентації	

ВСТУП

Метою дипломного проекту є розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод.

Серед них можна відзначити пасивні оптичні мережі (Passive Optical Networks, PON), які можуть забезпечувати високий рівень захищеності від перешкод і зовнішніх впливів завдяки: відсутності активних компонентів на відкритому повітрі: В пасивних оптичних мережах оптичний сигнал передається безпосередньо від центрального вузла (OLT) до абонентських ONT (Optical Network Terminals) без потреби у використанні активних пристроїв на відкритому повітрі.

Це зменшує ризик пошкодження обладнання через атмосферні впливи, такі як блискавка або електромагнітні перешкоди; мінімізації розгалужень, що зменшує ризик втрати сигналу і забезпечує більшу надійність мережі; застосування оптичного волокна як середовища передачі. Оптичне волокно, яке використовується в PON мережах, має високу стійкість до зовнішніх впливів, таких як електромагнітні поля, радіоелектронна перешкода та інші електричні впливи.

1) Фізичне розташування обладнання захищених приміщеннях сприяє зменшенню його вразливості до зовнішніх впливів.

Усі ці фактори роблять пасивні оптичні мережі привабливим варіантом для застосувань, де висока захищеність від перешкод є критично важливою, наприклад, в місцях зі складними атмосферними умовами або в умовах великої електромагнітної активності.

Розробка дипломного проекту передбачає розрахунок техніко-економічних показники науково-дослідної розробки (НДР) та заходи щодо охорони праці і техніки безпеки.

					КБ 01. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз технічного завдання

Сучасний розвиток місцевих мереж електрозв'язку орієнтований на надання найбільш повного спектра послуг, починаючи від стандартної телефонії до сучасних послуг мультимедіа.

Згідно технічного завдання метою дипломного проектування є розробка сегменту пасивної оптичної мережі та визначення основних характеристик, що забезпечують надання якісних послуг абонентам мережі.

За завданням на дипломне проектування застосовується розподілена оптична мережа на основі технології PON (Passive Optical Network), а саме її різновид GEPON (Gigabit Ethernet PON) – IEEE 802.3ah.

Мережа повинна забезпечувати доступ будь-якого користувача (квартирного або виробничого сектору) мікрорайону м. Одеса, а саме котеджного містечка (18 абонентських ділянок) до будь-якого вузла місцевих постачальників послуг автоматичної станції зв'язку (АТЗ), телебачення та провайдерів Інтернет.

Проектування передбачає послідовне виконання слідуєчих етапів:

- 1) обґрутування топології мережі абонентського доступу;
- 2) розрахунок відстані до кожного абонента;
- 3) обґрутування вибору оптичного кабелю;
- 4) оцінка кількості обладнання;
- 5) розрахунки бюджету потужності сигналу;
- 6) узагальнення та аналіз результатів проектування.

В результаті виконання завдання даного дипломного проекту буде розроблена структура мережі, проведено розрахунок потужності сигналу та перелік необхідного обладнання для надання абонентам котеджного містечка послуг мережі Інтернет, телефонії, телебачення та локальної мережі стандарту Ethernet.

1.2 Обґрунтування переваг волоконно-оптичних мереж

В останні роки межі між різними сегментами ринку послуг зв'язку стають все

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більш прозорими. Послідовно змінюються традиційні межі у сфері телекомунікацій через зростання конвергенції та інтеграції різних типів послуг зв'язку. Раніше оператори стільникового зв'язку, компанії фіксованого зв'язку та оператори кабельного телебачення працювали у своїх власних сегментах ринку, але зараз вони починають перетинатися, щоб розширити свої можливості та задовольнити зростаючі потреби споживачів.

Вибір топології мережі та визначення набору функціональних можливостей дійсно стають ключовими для успішності таких ініціатив. Наприклад, мережа повинна бути гнучкою та масштабованою, щоб забезпечити передачу різних видів трафіку - від голосових дзвінків і телебачення до великих обсягів даних для Інтернету. Крім того, важливо мати мережу, яка може ефективно управляти та відстежувати використання ресурсів та якість обслуговування для кожного типу послуги.

Поряд з технічними аспектами, також важливо враховувати потреби і специфіку діяльності кожного замовника. Наприклад, більше можливостей для послуг телефонії може бути важливо для підприємств, які потребують надійного способу зв'язку з клієнтами або партнерами. У цій ситуації розробка мережі з відповідними функціональними можливостями телефонії стане пріоритетом.

В цілому, розуміння потреб та майбутніх вимог замовника, а також вміння гнучко реагувати на зміни в галузі телекомунікацій, є ключовими факторами успіху в цьому швидкозмінному ринковому середовищі.

1) Концепція FTTx

FTTx (Fiber to the X) - це загальна термінологія, що описує різні архітектурні варіанти розгалужених оптичних мереж, які використовують волоконно-оптичний кабель для передачі сигналів з центрального вузла до кінцевих абонентів. Ця концепція може бути реалізована в різних варіаціях, таких як FTTH (Fiber to the Home), FTTB (Fiber to the Building), FTTC (Fiber to the Curb), FTTP (Fiber to the Premises) та інші.

Ось деякі основні варіанти концепції FTTx:

					<i>КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

- 1) FTTH (Fiber to the Home): Це архітектурна концепція, в якій оптичний кабель прокладається прямо до житлових будинків або квартир, щоб забезпечити найвищу швидкість і пропускну здатність. FTTH є однією з найперспективніших технологій для майбутнього розвитку широкосмтових мереж доступу.
- 2) FTTB (Fiber to the Building): У цій архітектурній схемі оптичний кабель прокладається до будівлі, після чого внутрішній кабель веде зв'язок до кожного окремого квартири або офісу. FTTB дозволяє забезпечити високу швидкість Інтернету і доступ до різноманітних послуг у багатоквартирних або офісних будівлях.
- 3) FTTC (Fiber to the Curb): У цьому варіанті оптичний кабель прокладається до кривизни, а потім використовується мідний кабель для підключення до кінцевих абонентів у будинках або офісах. FTTC може бути використана там, де витрати на прокладання оптичного кабелю до кожного будинку були б надто великими.
- 4) FTTP (Fiber to the Premises): Ця концепція охоплює будь-який варіант, де оптичний кабель прокладається до будь-якого кінцевого пункту, будь то будинок, будівля або абонентський пристрій.

Концепція FTTx надає більш широкі можливості для розширення доступу до високошвидкісного Інтернету та інших послуг зв'язку, сприяючи покращенню якості життя та ефективності роботи.

Розподільна оптична мережа доступу може бути побудована також на основі технології PON, яка більш детально описана нижче. Якщо порівняти між собою технології Gigabit Ethernet і PON, то можна відзначити, що незважаючи на те, що швидкості передачі технологій приблизно рівні, PON має явні переваги при використанні саме на ділянці абонентського доступу. Це пов'язано з тим, що технологія Gigabit Ethernet використовує розподільну мережу, побудовану на активному устаткуванні, а PON реалізується в пасивній одноволоконній розподільчій мережі, побудова та обслуговування якої обходиться значно дешевше.

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

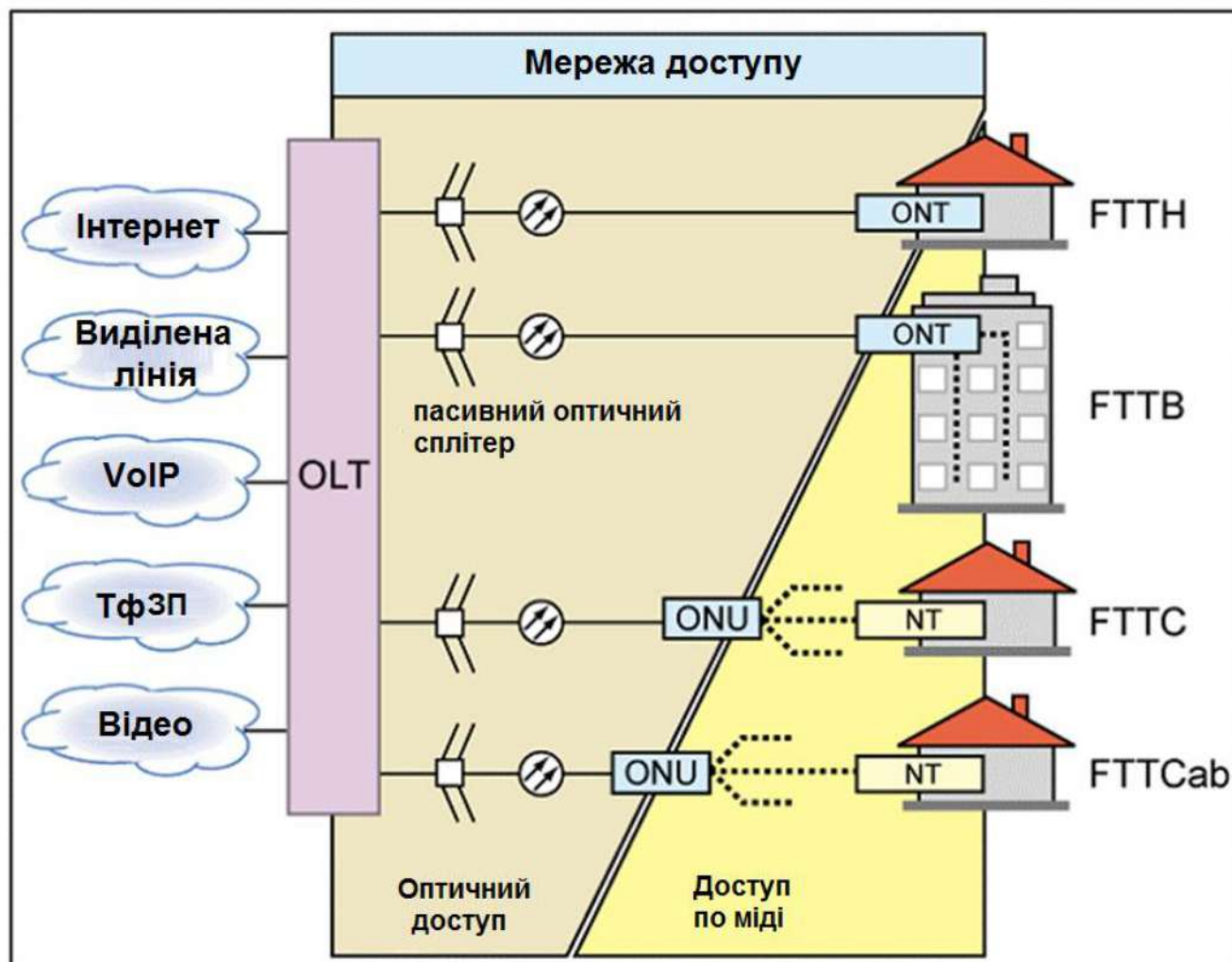


Рисунок 1. 1. Концепції оптичного доступу

Крім того, технологія Gigabit Ethernet розроблялася для застосування на транспортному рівні для передачі трафіку даних, а трафік реального часу в мережах Gigabit Ethernet PON адаптується спеціальними алгоритмами QoS. Технологія PON, навпаки, спочатку призначалася для передачі мультисервісного трафіку і розглядається як найбільш перспективна технологія розгортання оптичних мереж доступу та доведення оптичного волокна до абонента.

Перспективи реалізації концепції FTTx

Волоконно-оптична кабельна жила теоретично має необмежену пропускну здатність. Волоконно-оптичні мережі більш прості, надійні і вимагають менших витрат при обслуговуванні в порівнянні мідними мережами. Беручи до уваги ці та перераховані вище аргументи, можна зробити висновок, що вкладення в інфраструктуру ВОЛЗ є ефективними і довготривалими, а впровадження

технологій FTTx стає виправданим і вельми перспективним напрямком, в тому числі і в Україні.

Технологія PON

Технологія PON (Пасивні оптичні мережі) - найбільш перспективна технологія широкосмугового мультисервісного множинного доступу по оптичному волокну, що використовує концепцію WDM (Оптичне мультиплексування з поділом по довжинах хвиль). Дана технологія поділяється на три різновиди BPON, EPON і GPON, кожна з яких має свої особливості.

У технології PON для передачі прямого і зворотного каналу використовується одне оптичне волокно, смуга пропускання якого динамічно розподіляється між абонентами, або два волокна в разі резервування. Спадний потік (downstream) від центрального вузла до абонентів йде на довжині хвилі 1490 нм. Висхідні потоки (upstream) від абонентів йдуть на довжині хвилі 1310 нм з використанням протоколу множинного доступу з тимчасовим поділом (TDMA). Швидкість передачі інформації в сумі для всіх абонентів для низхідного потоку складає 2,488 Гбіт / с (GPON (Gigabit PON)) і 1.244 Гбіт/с (GEAPON). Швидкість передачі інформації в сумі для всіх абонентів для висхідного потоку становить 155 Мбіт/с, опціонально 1,244 Гбіт/с для технології GPON і GEAPON. Для побудови PON використовується топологія В таблиці 1.1 представлено стандарти Passive Optical Network.

Таблиця 1.1. Стандарти Passive Optical Network (PON)

Назва	Стандарт (Рекомендація)
APON (ATM PON)	Рекомендації ITU-T G.983.x
BPON (Broadband PON)	Рекомендації ITU-T G.983.x
GEAPON (Gigabit Ethernet PON)/ 10GEAPON (10 Gigabit Ethernet PON)	Стандарти IEEE 802.3ah/ IEEE 802.3av
GPON (Gigabit PON)	Рекомендації ITU-T G.984.x

У проміжних вузлах розгалуження встановлюються компактні, повністю пасивні оптичні розгалужувачі (сплітери), які не потребують живлення та

обслуговування. Спліттер може розділяти потужність в будь-яких пропорціях (внесене згасання залежить від пропорції поділу). За рахунок оптимізації розміщення спліттерів може досягатися значна економія оптичних волокон і зниження вартості кабельної інфраструктури. Конструктивно спліттери можуть бути виконані або у вигляді компактного пристрою, що розміщується в кабельній муфті, або виконані в конструктиві висотою 1U для розміщення в 19 "стійці, або як настільний пристрій. За рахунок оптимізації розміщення спліттерів може досягатися значна економія оптичних волокон і зниження вартості кабельної інфраструктури.

Переваги технології PON

Технологія PON (Passive Optical Network) має кілька переваг, які роблять її привабливою для впровадження в різних типах мереж зв'язку. Ось деякі з них:

1) Велика пропускна здатність: PON забезпечує високу пропускну здатність, що робить її ідеальним рішенням для передачі великих обсягів даних, таких як відео стрімінг, високоякісне відео та інші вимогливі послуги.

2) Економічність: PON використовує пасивні оптичні компоненти (тобто без потреби в активних елементах, таких як ретрансляючі або комутаційні пристрої), що робить її витратно-ефективним рішенням для встановлення та експлуатації.

3) Велика дальність передачі: Оптичні сигнали можуть подолати великі відстані без втрати якості сигналу, що дозволяє PON обслуговувати великі території без необхідності встановлення додаткових підсилювачів.

4) Безпека і приватність: Оптичні сигнали в PON мережах не піддаються перехопленню або інтерференції, що робить їх більш безпечними для передачі конфіденційної інформації.

5) Спрощена архітектура мережі: PON мережі мають просту структуру, що робить їх легкими у встановленні та обслуговуванні, а також зменшує кількість обладнання, необхідного для роботи мережі.

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

6) Масштабованість: PON мережі можуть бути легко розширені або модернізовані для задоволення зростаючих потреб користувачів без великих витрат на оновлення.

Ці переваги роблять технологію PON привабливою для різноманітних застосувань, включаючи підприємства, житлові будинки, офісні приміщення, муніципальні мережі та багатоквартирні комплекси.

1.3 Характеристика об'єкту проектування

16 котеджів призначені для постійного проживання в споруджуваному котеджному містечку в мікрорайоні м. Одеса. Ексклюзивність пропозиції полягає в концептуальному характері - він буде втілювати ідею "клубного селища". Мапа мікрорайону представлена на рисунку 1.2.

- 1) Площа котеджного містечка становитиме - 10 га;
- 2) Селище буде складатися з 16 комфортабельних котеджів площею до 425 кв.м.;
- 3) Розвинена досугова інфраструктура селища забезпечить широкі можливості проведення вільного часу: критий басейн, сауна, тренажерний зал, тенісний корт, дитячий майданчик, декоративний ставок, бар, більярд;
- 4) Єдиний паркан, територія, що охороняється, КПП (контрольно-пропускний пункт);
- 5) Служба експлуатації та охорони, що забезпечать порядок і чистоту на території, ремонтні роботи та сервісне обслуговування.



Рисунок 1.2. Мапа району розташування котеджного містечка у мікрорайоні міста Одеса

1.3.1 Вимоги до послуг

На даний момент в мережах доступу переважним видом трафіку залишається

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

голосовий (телефонний). Проте процес вдосконалення кабельних технологій зв'язку йде безперервно. У зв'язку з цим широке поширення отримують нові технології та послуги зв'язку, такі як Інтернет, електронна пошта, IP-телефонія, інтерактивне цифрове телебачення, передача технологічної, юридичної, фінансової інформації, дистанційні медичні послуги, використання комп'ютерних мереж передачі даних Ethernet і т.ін. Тому завданням є проведення транспортної мережі в котеджному містечку із наданням широкого спектра телекомунікаційних послуг - в обов'язковий пакет абонентських послуг будуть входити:

- 1) телефонія;
- 2) Інтернет;
- 3) кабельне телебачення.

1.3.2 План котеджного містечка

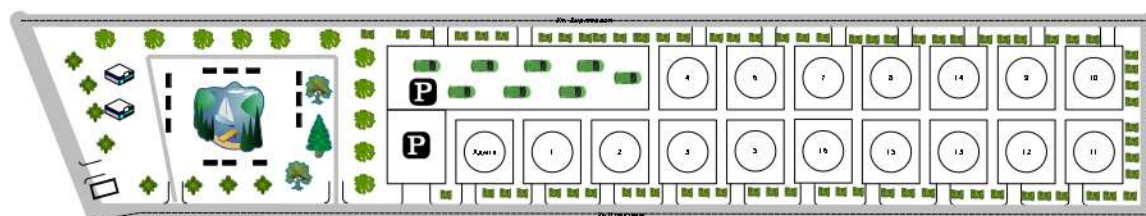


Рисунок 1.3. План котеджного містечка

На території містечка буде передбачено адміністративну будівлю, в якому буде знаходитися управління, обслуговуючий персонал та обладнання для надання телекомунікаційних послуг. А також невеличке приміщення для КПП, в якому буде знаходитися охорона. Завдання охорони: моніторинг місцевості, перевірка документів при в'їзді в котеджне містечко. На прилеглий території буде знаходитися розважальний комплекс, дитячі майданчики і тенісний корт.

1.4 Вибір топології мережі

Можна виділити чотири топології оптичних мереж доступу: точка-точка, кільце, дерево з активними вузлами, дерево з пасивними оптичними елементами. Вибір топології мережі PON (Passive Optical Network) залежить від різних факторів, таких як географічні умови, розмір мережі, потреби абонентів та економічні обставини. Ось деякі різновиди топологій мережі PON та їхні особливості:

P2P (Point-to-Point): У топології P2P кожен абонент має окремий з'єднувальний канал до центрального вузла (OLT). Це забезпечує високу пропускну здатність та надійність з'єднання, але може вимагати більших витрат на обладнання та прокладання кабелю

P2MP (Point-to-Multipoint): У топології P2MP один OLT обслуговує кілька абонентів через один оптичний канал. Це забезпечує економічність та ефективне використання ресурсів, але може мати обмежену пропускну здатність та меншу надійність порівняно з P2P. (див.рис. 1. 3–а).

Hybrid PON: Це комбінація P2P і P2MP, де деякі абоненти можуть мати окремі з'єднувальні канали (P2P), а інші обслуговуються через спільний канал (P2MP). Ця топологія дозволяє поєднувати переваги обох підходів. (див. рис.1. 3–в)

Ring Topology: У цій топології кінцеві абоненти з'єднані у формі кільця, що дозволяє забезпечити додатковий резервний шлях для передачі даних у випадку відмови (див. рис.1. 3 –б)

Tree Topology: В цій топології кілька PON-розгалужувачів об'єднуються вище за рівнем абонентських ONT, що дозволяє оптимізувати кількість з'єднань та використовувати ресурси ефективніше (див. рис. 1.3–г)

При виборі топології мережі PON важливо враховувати потреби абонентів, потрібну пропускну здатність, ефективність використання ресурсів, а також економічні обставини. Кожна топологія має свої переваги та обмеження, тому важливо провести детальний аналіз перед прийняттям рішення.

Дерево з пасивними оптичними елементами PON-P2MP (Point-to-Multipoint) використовується для організації оптичної мережі з однією центральною станцією (OLT) та кількома кінцевими абонентами (ONU/ONT). Вона передає оптичний сигнал від OLT до різних абонентів через пасивний розгалужувач. Основні компоненти цього дерева:

- 1) Центральна станція (OLT): OLT є центральною точкою мережі PON-P2MP і забезпечує передачу даних до всіх абонентів. Вона генерує оптичний сигнал та керує мережею.

- 2) Пасивний оптичний розгалужувач (подільник): Оптичний сигнал, відправлений з OLT, входить у пасивний оптичний розгалужувач. Подільник розділяє сигнал на кілька шляхів, які ведуть до різних абонентів.
- 3) Кінцеві абоненти (ONU/ONT): Кожен кінцевий абонент підключений до свого власного ONU або ONT, який зазвичай розташований у приміщенні абонента. ONU або ONT отримують оптичний сигнал від подільника та перетворюють його на електричний сигнал для подальшого використання абонентом.
- 4) Обратний канал: Для зворотного зв'язку від абонентів до OLT використовується обратний канал. Сигнал від абонентів передається через ONU/ONT, оптичний розгалужувач і OLT, де він обробляється та пересилається до відповідного вузла мережі.

Цей деревоподібний архітектурний підхід дозволяє ефективно організувати доступ до оптичної мережі для множини абонентів з використанням мінімальної кількості активних компонентів, що робить PON-P2MP привабливим вибором для широкосмугового доступу до мереж.

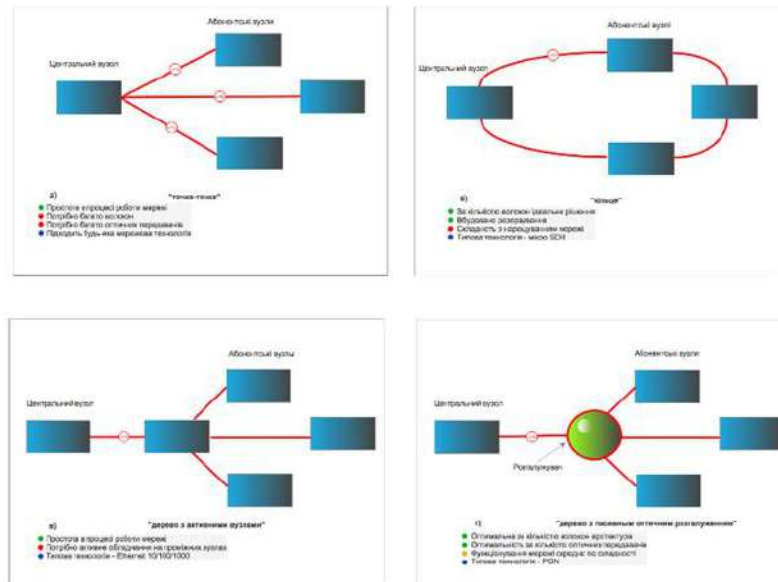


Рисунок 1.3. Топології оптичних мереж доступу

1.4.1 Топологія PON мережі на фізичному рівні

Фізична топологія пасивної оптичної мережі (PON) може бути представлена у вигляді деревоподібної структури, що складається з центральної станції (OLT),

пасивного оптичного розгалужувача (подільника) та кінцевих абонентів (ONU/ONT).

Кожен кінцевий абонент підключений до свого власного ONU або ONT, який зазвичай розташований у приміщенні абонента.

ONU або ONT отримують оптичний сигнал від подільника і перетворюють його на електричний сигнал для подальшого використання абонентом.

Ця деревоподібна топологія дозволяє ефективно організувати доступ до оптичної мережі для множини абонентів з використанням мінімальної кількості активних компонентів. Крім того, вона забезпечує високу пропускну здатність та довгі відстані передачі, що робить її ідеальним вибором для широкосмтового доступу до мереж.

1.4.2 Пасивні оптичні мережі

Оптичні мережі можна розділити на два класи - активні та пасивні.

Пасивні оптичні мережі (PON) є однією з основних технологій в області оптичних мереж. Основна їх відмінність від активних мереж полягає у відсутності активного обладнання (такого як ретранслятори або комутатори) на лініях передачі. Замість цього, сигнали передаються безпосередньо від центральної станції до кінцевих абонентів через пасивні розгалужувачі.

Основні компоненти пасивної оптичної мережі включають:

- 1) OLT (Optical Line Terminal): Це центральна станція, яка обслуговує кінцевих абонентів. OLT зазвичай розташовується в центральному офісі оператора зв'язку.
- 2) ONU (Optical Network Unit) або ONT (Optical Network Terminal): Це термінальні пристрої, які підключаються до кінцевих абонентів. Вони перетворюють оптичний сигнал на електричний для передачі внутрішньо мережі користувача.
- 3) PON Splitter (Подільник): Це пасивний компонент, який розгалужує оптичний сигнал від OLT до кількох ONU/ONT. Подільники дозволяють зменшити кількість портів OLT, що зменшує вартість мережі.

Переваги пасивних оптичних мереж включають велику пропускну здатність, довгу дальність передачі, відсутність електромагнітних перешкод та відсутність необхідності в енергозабезпеченні вздовж ліній передачі. Такі мережі дуже ефективні для використання в різних областях, включаючи телефонні мережі, мережі широкосмугового доступу та кабельне телебачення.

Зазвичай замість повної назви «пасивна оптична мережа» використовується аббревіатура PON (Passive Optical Network). Активне обладнання в центральному офісі або на вузлі доступу називається оптичним лінійним терміналом (Optical Line Terminal - OLT), а обладнання на абонентському вузлі - оптичним мережевим пристроєм (Optical Network Unit - ONU). Деякі з послуг зв'язку, що зазвичай надаються мережами PON.

Принцип дії PON

Принцип дії пасивної оптичної мережі (PON) полягає в передачі оптичного сигналу від центральної станції (OLT) до кінцевих абонентів (ONU/ONT) через пасивний оптичний розгалужувач (подільник). Ось кілька кроків, які пояснюють принцип дії PON:

Центральна станція (OLT): Оптичний сигнал генерується в OLT, яка зазвичай розташована на центральній точці мережі. OLT виконує функцію керування мережею і надсилає дані до кінцевих абонентів через оптичний кабель.

Пасивний оптичний розгалужувач (подільник): Оптичний сигнал, надісланий з OLT, доходить до пасивного оптичного розгалужувача. Цей подільник розділяє сигнал на кілька виходів, які ведуть до кінцевих абонентів.

Кінцеві абоненти (ONU/ONT): Кожен кінцевий абонент підключений до свого власного ONU або ONT, який зазвичай розташований у приміщенні абонента. ONU або ONT отримують оптичний сигнал від подільника і перетворюють його на електричний сигнал для подальшого використання абонентом.

Обратний канал: Для зворотного зв'язку від абонентів до OLT використовується обратний канал. Сигнал від абонентів передається через ONU/ONT, оптичний розгалужувач і OLT, де він обробляється та пересилається до відповідного вузла мережі.

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Основна перевага PON полягає в тому, що вона зменшує витрати на активне обладнання, так як оптичний сигнал розгалужується пасивним способом, що полегшує розгалуження і спрощує мережеві конфігурації. Ця технологія також забезпечує високу пропускну здатність і довгі відстані передачі, що робить її ідеальною для широкосмужового доступу до мереж.

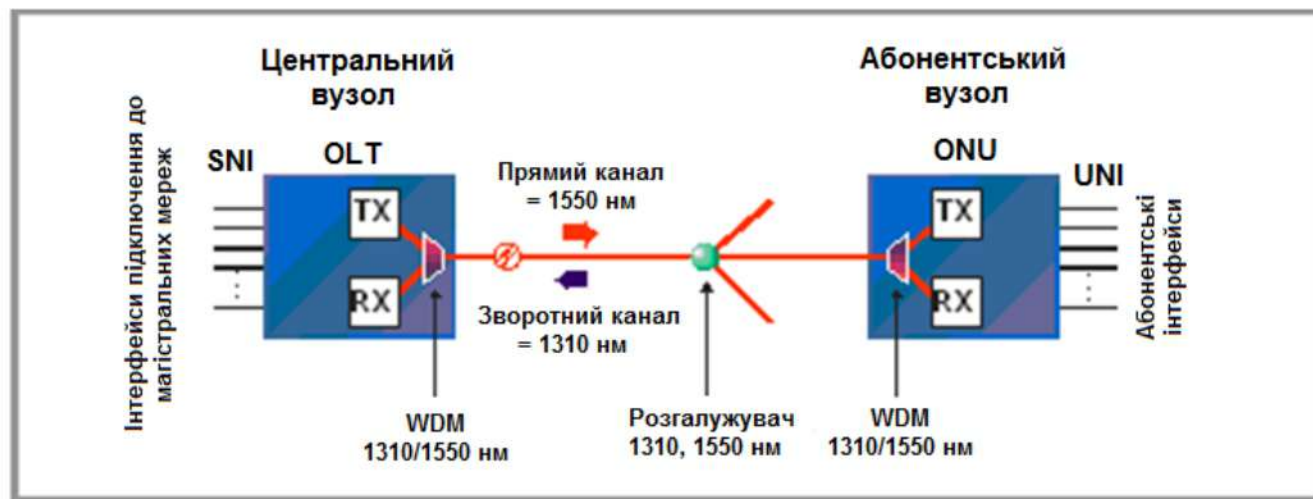


Рисунок 1.5. Основні елементи архітектури PON

У напрямку спадного потоку (від OLT до ONU) всі кадри Ethernet, які передаються обладнанням OLT, приймаються кожним ONU в мережі. Це означає, що кожен кінцевий абонент отримує доступ до всіх кадрів Ethernet, які передаються по мережі з центральної станції OLT. Цей механізм забезпечує гнучкість та ефективність управління трафіком в PON мережі. Кожен абонент може отримувати тільки ті кадри Ethernet, які призначені саме для нього, завдяки використанню механізму VLAN (Virtual Local Area Network) та інших технік фільтрації.

Таблиця 1.1. Фізичні характеристики мережі GEPON

	1000BASE-PX10-U	1000BASE-PX10-D	1000BASE-PX20-U	1000BASE-PX20-D
Тип волокна	Одномодове волокно IEC 60793-2: B1.1, B1.3 (ITU-T G.652.D)			

Число волокон	1			
Довжина хвилі	1310 нм	1490 нм	1310 нм	1490 нм
Напрямок передачі	Висхідний потік	Спадний потік	Висхідний потік	Спадний потік
Максимальна відстань	10 км		20 км	
Максимальне загасання	20 дБ	19,5 дБ	26 дБ	24,5 дБ
Мінімальне загасання	5 дБ		10 дБ	

Тому дана технологія є дуже відповідною для оптичних мереж доступу, завдяки їй робота IP-додатків в мережі Ethernet стає легкою, гнучкою і економічно ефективною. Такими IP-додатками є:

- 1) Широкосмуговий Інтернет та пов'язані з ним програми та послуги.
- 2) IP-телефонія (VoIP).
- 3) IP-телебачення (IPTV) - цифрове телебачення.
- 4) Засновані на протоколі IP послуги відео на вимогу (VoD).

Відповідно до стандарту IEEE 802.3ah мережа GPON призначена тільки для цифрового зв'язку, а саме для передачі кадрів Ethernet.

Однак, оскільки мережі EPON є оптичними, вони фізично можуть використовуватися і для інших програм, в тому числі для аналогової передачі відео (наприклад, телебачення).

Для цієї мети використовується діапазон довжин хвиль 1550 – 1560 нм.

На рис.1.6. представлена мережа GPON, що надає послуги аналогового (AM-VSB) або цифрового (DVB-C) телебачення для проекту абонентської мережі котеджного містечка.

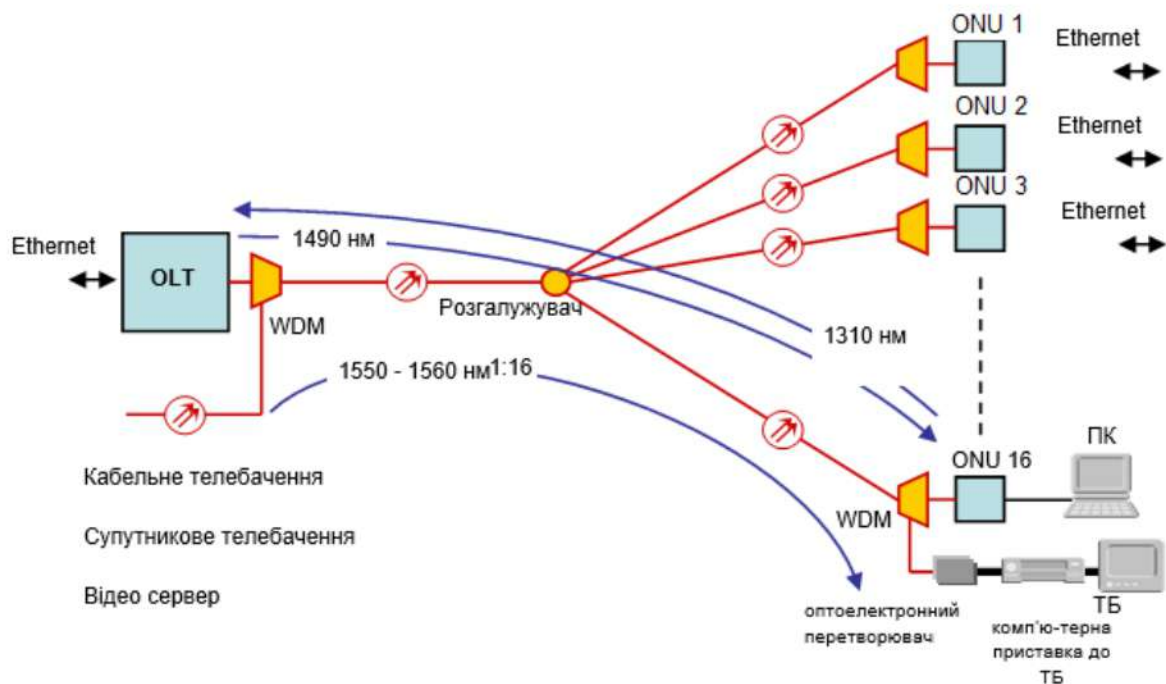


Рисунок 1. 6. Мережа GPON, що надає послуги аналогового (AM-VSB) або цифрового (DVB-C) телебачення для проекту абонентської мережі котеджного містечка.

1.4.3 Відстань до кожного абонента

Мережу, що розробляється, планується розгорнути поблизу м.Одеса для обслуговування населення котеджного містечка. Кабель почнемо прокладати з телефонної станції, що знаходиться у самому вигідному положенні, тобто найближча до котеджного селища на відстані 4 км.

Кабель проходитиме у ґрунтах вздовж автомобільних доріг по землях, які не мають сільськогосподарського значення.

Далі кабель буде підведений до обладнання, розташованого в будівлі КПП. Щоб розрахувати мінімальну довжину кабелю, вимірюємо відстань від розгалужувача до кожного абонента.

Для цього проводимо розрахунок з різних точок установки розгалужувачів для знаходження найбільш вигідного місця з метою економії кабелю. Нижче наводжу остаточні розрахункові дані.

Таблиця 1.3. Розрахунок відстаней

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

№ №	Найменування	Відстань
1	Котедж № 1	300 м
2	Котедж № 2	400 м
3	Котедж № 3	800 м
4	Котедж № 4	900 м
5	Котедж № 5	1000 м
6	Котедж № 6	600 м
7	Котедж № 7	1250 м
8	Котедж № 8	700 м
9	Котедж № 9	1300 м
10	Котедж № 10	1400 м
11	Котедж № 11	1500 м
12	Котедж № 12	1300 м
13	Котедж № 13	1200 м
14	Котедж № 14	1100 м
15	Котедж № 15	1000 м
16	Котедж № 16	800 м
17	Будівля адміністрації	650 м
18	Розважальний комплекс	400 м
19	КПП	0 м

За підсумком до КПП використовується 4 км кабелю маркування ОПС, а від КПП до кожного абонента разом 16,6 км кабелю маркування ОКП8(4)М

1.5 Основні параметри оптичних волокон (ОВ)

1.5.1 Конструктивні параметри

Вибір конструктивних параметрів ОВ, зокрема, діаметрів серцевини і оболонки, визначаються на основі комплексного вирішення завдань, пов'язаних з цілим рядом факторів і закономірностей.

Відповідно до рекомендацій МСЕ-Т для багатомодових кварцових ОВ співвідношення діаметрів оболонки і серцевини приймаються рівними 2,5.

В даний час розміри ОВ та їх допустимі відхилення від номінальних значень стандартизовані (див. таблицю 1.4).

Таблиця 1.4. Допустимі відхилення розмірів багатомодового ОВ

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Багатомодове волокно 50/125		Багатомодове волокно 62,5/125	
Діаметр серцевини	$50 \pm 3 \text{ мкм}$	Діаметр серцевини	$62,5 \pm 3 \text{ мкм}$
Еліптичність серцевини	$\leq 6\%$	Еліптичність серцевини	$\leq 6\%$
Багатомодове волокно 50/125		Багатомодове волокно 62,5/125	
Діаметр оболонки	$125 \pm 3 \text{ мкм}$	Діаметр оболонки	$125 \pm 2 \text{ мкм}$
Еліптичність оболонки	$\leq 2\%$	Еліптичність оболонки	$\leq 2\%$

Діаметр одномодового ОВ вибирається з тих же міркувань, що і для багатомодових. Конструктивні розміри стандартного одномодового волокна наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5. Конструктивні розміри стандартного одномодового ОВ

Діаметр модового поля	$9,3 \pm 0,5 \text{ (1310 н) мкм}$
Ексцентричність модового поля	$\leq 1,0 \text{ мкм}$
Діаметр оболонки	$125 \pm 2 \text{ мкм}$
Еліптичність оболонки	$\leq 2\%$

Конструкції оптичних волокон (ОВ) в основному визначаються їх призначенням і областю застосування. Це означає, що різні типи оптичних волокон розробляються з урахуванням конкретних вимог і потреб конкретних застосувань.

Наприклад, у гармонійному зв'язку з використанням оптичних волокон для передачі сигналів на великі відстані, ключовими характеристиками будуть мінімальні втрати сигналу та довге збереження інформації. Тому оптичні волокна для таких застосувань будуть мати спеціальні конструкційні особливості, такі як малий розмір ядра та оболонки, що забезпечують мінімальні втрати та високу стійкість до зовнішніх впливів.

З іншого боку, для застосувань у високошвидкісних мережах передачі даних можуть вимагатися оптичні волокна з великим пропускним здатностями і широкою смугою пропускання, щоб забезпечити ефективну передачу великої кількості інформації на великі відстані.

Таким чином, конструкція оптичних волокон пристосовується до

конкретних потреб і вимог застосування, забезпечуючи оптимальну ефективність і надійність у відповідних ситуаціях

Міжміські та зонові оптичні кабельні системи (ВОК) призначені для передачі інформації на великі відстані та організації великої кількості каналів. Ось деякі особливості цих систем:

- 1) Передача на великі відстані: Міжміські та зонові ВОК спроектовані для передачі сигналів на значні відстані, які можуть охоплювати великі території, такі як міжміські зв'язки або зв'язок між містами та регіонами.
- 2) Організація великої кількості каналів: Ці системи зазвичай мають велику пропускну здатність і здатність підтримувати багатоканальність. Це означає, що вони можуть передавати і обробляти велику кількість різних сигналів одночасно, що робить їх ідеальними для використання у великих мережах зв'язку та телекомунікацій.
- 3) Висока надійність і стійкість: Міжміські та зонові ВОК зазвичай мають підвищені вимоги до надійності та стійкості до зовнішніх впливів, таких як погодні умови або механічні пошкодження. Вони зазвичай конструюються з високоякісних матеріалів і мають захисні оболонки та заходи безпеки.
- 4) Використання для різних послуг: ВОК можуть використовуватися для передачі різних послуг, включаючи телефонію, Інтернет, телевізійне мовлення та інші послуги зв'язку та передачі даних.

Отже, міжміські та зонові оптичні кабельні системи відіграють важливу роль у забезпеченні швидкої, надійної та ефективної передачі інформації на великі відстані та для різних видів зв'язку.

Кабелі внутрішньої прокладки використовуються всередині телефонних станцій, офісів, будинків та інших приміщень для пасивних оптичних мереж (PON) та інших систем зв'язку. Ось кілька ключових використань цих кабелів у PON:

- 1) Підключення OLT до внутрішніх систем: Кабелі внутрішньої прокладки використовуються для підключення обладнання OLT (центральної станції) до внутрішніх систем в приміщенні, де встановлено обладнання.

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2) Підключення ONU/ONT до абонентів: Кабелі також використовуються для підключення кінцевих абонентів (ONU/ONT) до оптичної мережі всередині будинків або офісів. Це забезпечує передачу оптичного сигналу від центральної станції до кінцевих пристроїв абонентів.

3) Внутрішні мережі в будівлях: Кабелі внутрішньої прокладки також використовуються для побудови внутрішніх мереж зв'язку в будинках, офісах та інших спорудах. Вони можуть використовуватися для підключення телефонних ліній, комп'ютерних мереж, відеоспостереження та інших систем зв'язку та передачі даних.

Кабелі зовнішньої прокладки PON використовуються на будь-яких лініях зв'язку, незалежно від їх місця розташування (сільські, міські, зонові або магістральні), і можуть бути розміщені як у повітрі, так і підземно або навіть під водою.

Повітряні кабелі прокладаються на відкритому повітрі, часто вздовж стовпів, мачт та інших механічних конструкцій.

Вони можуть бути використані для зв'язку між будівлями, на великих відстанях у відкритій місцевості або для підключення до вишок мобільного зв'язку.

Підземні кабелі розміщуються під землею і використовуються для зв'язку в міських та сільських районах, а також для підключення будинків, під'їздів, під'їзних доріг та інших об'єктів.

Підводні кабелі розміщуються під водою і використовуються для зв'язку між материками, островами, а також для підключення до морських платформ, нафтових бурових установок та інших об'єктів у воді.

Кожен тип кабеля зовнішньої прокладки має свої особливості і вимоги до монтажу, захисту від зовнішніх впливів і утримання. Обираючи тип кабелю, інженери враховують різні фактори, такі як місце розташування, топографія, кліматичні умови та інші.

Наведені вище особливості та вимоги визначають конструкції і типи оптичних кабелів.

перераховані властивості:

- 1) LSFROH (Негорючий бездимний) оболонка, чорний
- 2) Гофрована сталева стрічкова броня
- 3) Арамідні нитки
- 4) Трубка з гелем та волокнами
- 5) Волокна, 250 мкм
- 6) Нитка для зняття ізоляції

Кабелі марки ОКП8(4)М призначені для підвішування на опорах повітряних ліній зв'язку, ліній електропередачі, стовпах освітлення, між будівлями і спорудами, а також для прокладання в кабельної каналізації, в трубах, в блоках, в тунелях, в колекторах, по мостам та естакадах.

Таблиця 1.6 Характеристики кабелю марки ОКП8(4)М

Каталожний номер	Кількість волокон	Розміри кабелю (мм)	Вага кабелю (кг/км)
ОКП8(2.7)М-0104	4	8.4x16.4	123.0
ОКП8(2.7)М-0204	8	8.4x16.4	123.1
ОКП8(2.7)М-0304	12	8.4x16.4	123.1
ОКП8(2.7)М-0404	16	8.4x16.4	123.2
ОКП8(2.7)М-0604	24	8.4x16.4	123.2
ОКП8(2.7)М-0606	36	8.4x16.4	131.0
ОКП8(2.7)М-0608	48	8.4x16.4	131.9
ОКП8(2.7)М-0808	64	9.7x17.0	142.9
ОКП8(2.7)М-0812	96	11.0x19.4	161.5

Оптичне волокно:

- 1) Одномодове типа G.652 D
4÷96 волокон
- 2) Оптичні модулі заповнені гелем
- 3) Кольорове кодування у відповідності до ІЕС 60304 – DIN VDE0888

Поверхнева оболонка:

- 4) Чорний УФ* та вологостійкий поліетилен (PE)
- 5) Послідовне метричне маркування

Властивості:

- 6) Силовий елемент – металевий трос
 - 7) Максимальна відстань між опорами підвісу – 100 м
 - 8) Максимальне провисання – 2%
 - 9) Вага кабелю – див. табл. 1.6, Розміри кабелю – див. табл. 1.6, Довжина кабелю – від 2 до 4 км на барабані
- *УФ – ультрафіолет



Рисунок 1.7. Зовнішній вигляд кабелю марки ОКП8(4)М

Характеристики:

- **Температура:**
Монтажу від -20°C до $+50^{\circ}\text{C}$
Експлуатації від -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$
 - **Мінімальний радіус згину**
80 мм в процесі монтажу
100 мм в процесі експлуатації
 - **Допустиме зусилля на подовжнє розтягування**
4000 Н
- *УФ – ультрафіолет

Застосування. Кабель для мереж доступу, мереж кабельного телебачення, локальних обчислювальних мереж, рішення задач «останньої милі» монтується методом підвіски на опорах ліній електро передач, контактної мережі залізниць, міського електротранспорту, між будівлями та спорудами або методом прокладки в кабельній каналізації (включаючи метод пневмопрокладкі), а також, всередині будівель по стінах, у вертикальних і горизонтальних тунелях і колекторах.

					<i>КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

1.6 Обґрунтування вибору обладнання

Наразі, принаймні, одинадцять виробників оголосили про наявність у них продуктів PON, в тій чи іншій мірі доступних. Серед них - Alcatel, Lucent, Marconi і Fujitsu. Для проекту обираю GEAPON концентратор BDCOM P3310C

1) Технічні характеристики GEAPON концентратору BDCOM P3310C



Рисунок 1.8. GEAPON концентратор BDCOM P3310C [9]

BDCOM P3310C — оптичний лінійний термінал (ОЛТ) для мереж GEAPON. Відповідає вимогам стандартів IEEE 802.3ah, YD/T 1475-2006 та CTC2.0/2.1. Підтримує автоматичне виявлення і роботу з абонентськими терміналами (ONU) різних виробників.

P3310C підтримує симетричну швидкість передачі даних 1,25 Гбіт/с в низхідному та висхідному напрямках, а також ефективне управління смугою пропускання. Максимальний коефіцієнт ділення 1:64.

Основні зміни відносно ОЛТ P3310B:

PON-чип змінений на Cortina CS8022

Змінений механізм DBA

Конфігурація зберігається в декількох файлах (подібно до серії P3600)

Включена підтримка FEC

Основні особливості:

Чотири порти GEAPON з коефіцієнтом ділення 1:64, максимальна кількість ONU 256

Підтримка стандартів IEEE 802.3ah, YD/T 1475-2006, CTC2.0/2.1

Мідні та SFP-порти Gigabit Ethernet для підключення до рівня агрегації

Механізм динамічного розподілу смуги пропускання (DBA) та підтримка якості

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

обслуговування QoS

Підтримка багатоадресної розсилки (multicast) та Multicast VLAN

Компактні розміри і низьке енергоспоживання

Підтримка двох блоків живлення

Широкий набір функцій експлуатації, адміністрування та обслуговування (OAM)

2) Технічні характеристики абонентського терміналу BDCOM P1501D1



Рисунок 1.9. Абонентський термінал BDCOM P1501D1 для послуг Triple Play компанії.

Абонентський термінал (ONU - Optical Network Unit) BDCOM P1501D1 призначений для використання в пасивних оптичних мережах в якості абонентського пристрою. P1501D1 відповідає вимогам стандартів IEEE802.3ah, YD / T1475-2006 і технічним вимогам China Telecom, до обладнання EPON.

ONU має один порт Fast Ethernet (роз'єм RJ-45) для підключення обладнання абонента і оптичний порт (роз'єм SC/UPC) для підключення до пасивної оптичної мережі.

Модель BDCOM P1501D1 має пластиковий корпус. У даній ONU використовується чіп Realtek, з підтримкою всього функціоналу, ідентично до моделі минулого покоління P1501D1.

Переваги:

Симетрична швидкість передачі 1 Гбіт/с в пасивній оптичній мережі, ефективне використання смуги пропускання.

Можливість використання в гібридних мережах, з OLT основних виробників, що дозволяє операторам скоротити витрати на розгортання мережі.

Низький рівень споживання енергії та компактні розміри.

Основні характеристики:

Термінал розроблений для застосування в мережі з топологією точка - багато

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

точок, надає інтерфейс Fast Ethernet (RJ-45) на стороні абонента і може бути легко інтегрований в існуючу мережу.

Механізм динамічного розподілу смуги пропускання дозволяє користувачам спільно використовувати пропускну здатність в 1 Гбіт/с, реалізує управління якістю обслуговування (QoS).

Підтримка під LGPL для ефективного використання смуги пропускання.

Виявлення петель дозволяє відключити порт, в разі появи петлі в мережі абонента, і відновити надання послуги після усунення петлі.

Підтримка Multicast VLAN.

Підтримка DHCP Option 82.

Loopback тест і віддалена діагностика.

Наявність функціоналу OAM (Open Application Model), включаючи конфігурацію, сигналізацію, моніторинг продуктивності, управління безпекою, управління як з OLT, так і локально.

Електроживлення

Номинальна вхідна напруга: ~110 - 240 В, 50/60 Гц

Потужність - до 10 Вт

Зовнішні умови

Робоча температура: 0 - 50°C

Відносна вологість: 10 - 85%, без конденсації

3) Технічні характеристики розгалужувачів

Розгалужувачі це пасивні оптичні компоненти. Технічні характеристики розгалужувачів (або подільників) у волоконно-оптичних мережах включають такі параметри:

1) Коефіцієнт розгалуження (Splitting Ratio): Це відношення потужності вихідного сигналу до потужності вхідного сигналу. Наприклад, розгалужувач з коефіцієнтом розгалуження 1:8 розділяє вхідний сигнал на вісім вихідних сигналів рівної потужності.

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

2) Діапазон робочих довжин хвиль (Wavelength Range): Це діапазон довжин хвиль світла, який розгалужувач може пропускати без помітних втрат або спотворень. Зазвичай вказується в нанометрах (нм).

3) Діапазон робочих температур (Operating Temperature Range): Це діапазон температур, при яких розгалужувач може працювати ефективно і надійно без втрат у продуктивності. Вимірюється в градусах Цельсія (°C).

4) Максимальна втрата вставки (Max Insertion Loss): Це максимальна втрата потужності, яка виникає при проходженні сигналу через розгалужувач. Вимірюється в децибелах (дБ).

5) Нерівномірність розгалуження (Split Uniformity): Це міра того, наскільки рівномірно розподіляється потужність між вихідними каналами розгалужувача. Вимірюється в децибелах (дБ).

6) Клас захисту (Protection Class): Це ступінь захисту розгалужувача від впливу навколишнього середовища, такого як пил, волога, вібрації тощо. Зазвичай вказується за міжнародними стандартами, наприклад, IP65, де перша цифра вказує на захист від пилу, а друга - від вологи.

7) Тип роз'ємів (Connector Type): Це типи роз'ємів, які використовуються для підключення вихідних каналів розгалужувача до оптичних пристроїв або інших компонентів мережі. Найпоширеніші типи роз'ємів - SC, LC, ST, FC.

Ці технічні характеристики допомагають вибрати підходящий розгалужувач для конкретних потреб і вимог волоконно-оптичної мережі.

Розгалужувач (сплітер) може розділяти потужність в будь-яких пропорціях (внесене загасання залежить від пропорції розподілу). Конструктивно сплітер виконаний в конструктиві висотою 1U(юніт)для розміщення в 19 "стійці (див.рисунок 1.10), або як настільний пристрій.



Рисунок 1.10. Розгалужувач в конструктиві висотою 1U для розміщення в 19"

За рахунок оптимізації розміщення сплітерів може досягатися значна економія оптичних волокон і зниження вартості кабельної інфраструктури. Розміщення сплітерного обладнання проводиться в вандаля захищених оптичних розподільчих шафах (далі ОРШ) у під'їздах житлових будинків, в обслуговуваних і необслуговуваних приміщеннях.

4)Технічні вимоги до ОРШ

Загальні вимоги до конструкції:

- 1) Корпус ОРШ повинен бути виконаний в антивандальному виконанні з негорючих матеріалів і матеріалів , що не підтримують горіння ;
- 2) Стінки ОРШ зроблені із сталі товщиною 1-1,5 мм;
- 3) Замок з ключем загальним для всіх шаф;
- 4) Мінімальна ступінь захищеності від води і пилу IP43 ;
- 5) Кількість перегородок в ОРШ має бути мінімальним ;
- 6) Всі деталі шафи для захисту від корозії пофарбовані порошковою фарбою з попереднім фосфатуванням поверхонь . Колір лакофарбового покриття - сірий.

Габарити:

- 1) Ширина - загальна ширина шафи - не більше 700 мм;
- 2) Висота - загальна висота шафи - не більше 550 мм;
- 3) Глибина - загальна глибина шафи - не більше 200 мм.

Конструкція оптичної розподільчої шафи повинна забезпечувати можливість заземлення магістральних оптичних кабелів;

ОРШ повинен забезпечувати розміщення планарних оптичних сплітерів , в уніфікованих корпусах з коефіцієнтом сліттерованія до 1:32 .

Вимоги до параметрів зовнішнього середовища приведено нижче.

Для обладнання, що встановлюється в шафу :температурний діапазон: від 0 до 45 градусів Цельсія .

Для проекту з метою розширення обираємо сплітер (розгалужувач) подільник IPCOM COUPLER PLC-1X32-SPLIT-0-SC/APC-0.9MM CORD-1.0M Використовується для розподілу одного вхідного волокна на 32 для підключення

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

32 клієнтів до оптичної мережі PON FTTH, або поділу оптичних гілок дерева з роз'ємами SC.

Розгалужувач може використовуватися окремо, або встановлюватися в бокс вуличного виконання або муфту.

Конструктивні елементи оптичної мережі мають різні призначення та виконують різноманітні функції для забезпечення ефективного та надійного передавання оптичних сигналів.

1) Конектори та роз'єми: Конектори і роз'єми використовуються для з'єднання оптичних волокон між собою або з іншими пристроями, такими як світлові приймачі або передавачі. Вони забезпечують точне і надійне з'єднання, що дозволяє максимально передавати світловий сигнал.

2) Розгалужувачі (подільники): Розгалужувачі використовуються для розділення оптичного сигналу на кілька шляхів для передачі до різних абонентів. Вони дозволяють ефективно використовувати одне оптичне волокно для передачі сигналів до кількох приймачів.

3) Передавачі та приймачі: Передавачі конвертують електричні сигнали у світлові сигнали для передачі через оптичне волокно, тоді як приймачі виконують обернену операцію, перетворюючи світлові сигнали на електричні для подальшого оброблення.

4) Сплайси (з'єднання): Сплайси використовуються для з'єднання двох оптичних волокон безпосередньо між собою, забезпечуючи мінімальні втрати сигналу та стійкість до зовнішніх впливів.

Ці конструктивні елементи оптичної мережі спільно працюють для забезпечення надійного та ефективного передавання оптичних сигналів від одного пункту до іншого.

Патч-панелі або розподільні панелі є важливими компонентами волоконно-оптичних мереж і використовуються для організації підключення волоконно-оптичних кабелів та створення крос-з'єднань між їх волокнами. Ось детальніше про їх функції та призначення:

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

1) Підключення кабелів: Патч-панелі призначені для з'єднання волоконно оптичних кабелів, які приходять з різних напрямків або виходять з різних пристроїв або ліній, до центрального місця волоконно-оптичної мережі.

2) Створення крос-з'єднань: Патч-панелі дозволяють створювати крос-з'єднання між волокнами, що входять і виходять з панелі. Це дозволяє забезпечити зв'язок між різними пристроями, лініями чи сегментами мережі.

3) Легке управління з'єднаннями: Патч-панелі забезпечують зручний і організований спосіб управління з'єднаннями між волокнами. Вони можуть бути позначені для ідентифікації кабелів та з'єднань, а також мати порти або роз'єми для легкого доступу до з'єднань.

4) Захист волокон: Патч-панелі також забезпечують захист волокон від механічних пошкоджень та забруднення, оскільки вони зазвичай мають вбудовані захисні елементи та кришки.

5) Фізичне розташування: Патч-панелі можуть бути розміщені у відповідних стійках або шафах, що дозволяє зручно організувати волоконно-оптичні з'єднання та забезпечити легкий доступ для обслуговування та моніторингу.

Усі ці функції дозволяють патч-панелям ефективно управляти підключеннями волоконно-оптичних кабелів та забезпечувати надійну та організовану інфраструктуру для волоконно-оптичних мереж. Їмність патч-панелі, що монтується в 19 "шафі, звичайно становить 24 конектора.

При виборі розподільної коробки, патч-панелі або розподільної шафи необхідно брати до уваги:

- 1) простоту конструкції,
- 2) наявність кріплення підключаються кабелів і заземлення (якщо потрібно),
- 3) зручність обслуговування і внесення змін в структуру мережі,
- 4) можливість розширення мережі,
- 5) зручність доступу до волокон і кабелів, коли їх число наближається до максимальної ємності розподільного пристрою,
- 6) можливість блокування доступу (якщо потрібно),

7) сумісність з конкретними конекторами.

Оптичні шнури

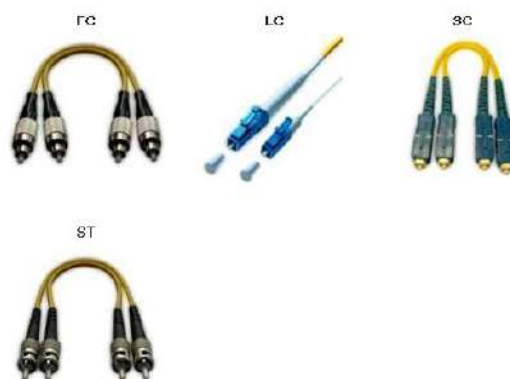


Рисунок 1.11. Види оптичних шнурів

Побудова волоконно-оптичних систем передачі інформації неможлива без застосування оптичних шнурів. Оптичні шнури представляють собою головний засіб комутації при побудові оптоволоконних мереж.

Різновиди

Для вирішення завдань самого різного напрямку оптичні шнури сьогодні випускаються в декількох різновидах, з яких можна виділити дві основні:

- 1) Патчкорд оптичний, або сполучний шнур;
- 2) Пігтейл оптичний, або монтажний шнур.

Патч корд оптичний

Оптичний патчкорд з роз'ємами SC, ST, LC або FC є кабелем, що використовується для підключення між оптичними пристроями, такими як оптичні трансивери, комутатори або патч-панелі. Кожен з цих роз'ємів має свої особливості і використовується для конкретних ситуацій або застосувань, а саме:

- 1) SC (Subscriber Connector): SC-роз'єм є одним з найпоширеніших волоконно-оптичних роз'ємів. Він має квадратну форму та звуження з внутрішньою блокувальною функцією. SC-роз'єми часто користуються в локальних мережах і відповідають стандартам TIA/EIA-568.
- 2) ST (Straight Tip): ST-роз'єми мають круглу форму та більш товстий розмір порівняно з SC. Вони використовуються в основному для мереж на основі множинного режиму передачі (MMF) та стандартів FDDI (Fiber Distributed Data Interface). ST-роз'єми також зазвичай використовуються для вуличних або

зовнішніх застосувань.

3) LC (Lucent Connector): LC-роз'єми є меншими за розміром і більш популярними, особливо в високошвидкісних мережах. Вони мають два звуження, що дозволяє забезпечити більшу густоту розміщення в порівнянні з іншими роз'ємами. LC-роз'єми зазвичай використовуються в стандартах 10G і 40G Ethernet.

4) FC (Ferrule Connector): FC-роз'єми мають металевий корпус та різьблення для фіксації. Вони використовуються в основному для телекомунікаційних застосувань та вимірювального обладнання. FC-роз'єми дуже надійні і часто використовуються в вимірювальних пристроях або вимірювальних лабораторіях.

Кожен з цих типів роз'ємів має свої переваги і обмеження, і вибір залежить від конкретних вимог і потреб мережі.

1.7 Облаштування абонентської ділянки

Проектована мережа повністю побудована на базі волоконно-оптичного кабелю (ВОК) за принципом «оптоволокну в кожен дім» (рішення FTTH) [4].

Облаштування абонентської ділянки - це процес створення і підготовки зони, яка призначена для підключення телекомунікаційного обладнання та забезпечення зв'язку для кінцевого користувача (абонента). Ця ділянка може бути розташована у приватному будинку, офісі, квартирі або будь-якому іншому приміщенні.

Основні етапи облаштування абонентської ділянки включають:

1) Планування: Визначення місця розташування абонентської ділянки, враховуючи вимоги до доступу, безпеки та ергономіки.

2) Підготовка місця: Очищення та підготовка місця для облаштування, включаючи встановлення необхідних кріплень, розеток, розподільчих коробок тощо.

3) Встановлення обладнання: Розміщення та підключення телекомунікаційного обладнання, такого як маршрутизатори, модеми, комутатори, антени, волоконно-оптичні з'єднувачі тощо.

4) Заземлення і захист: Забезпечення належного заземлення та захисту обладнання від перенапруг та інших небезпек.

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

5) Налаштування і тестування: Підключення та налагодження обладнання, а також проведення випробувань для перевірки якості зв'язку та коректності роботи.

6) Документація і підписка: Підготовка необхідної документації про встановлене обладнання та процес його обслуговування, а також укладення договору на послуги зв'язку.

Цей процес може варіюватися залежно від конкретних потреб та умов, але загальна мета полягає в тому, щоб забезпечити надійний та ефективний доступ до телекомунікаційних послуг для кінцевого користувача.

Волоконно-оптичний кабель в котеджному містечку прокладений по стовпах освітлення вздовж вулиць і тільки від стовпів освітлення вводиться в кожен будинок, кабель прокладений в ґрунті в спеціальному захисному футлярі на глибині - 70 см.

Введення кабелю здійснено в тамбур котеджу через заставні футляри в фундаменті в спеціальній захисній пластиковій трубі.

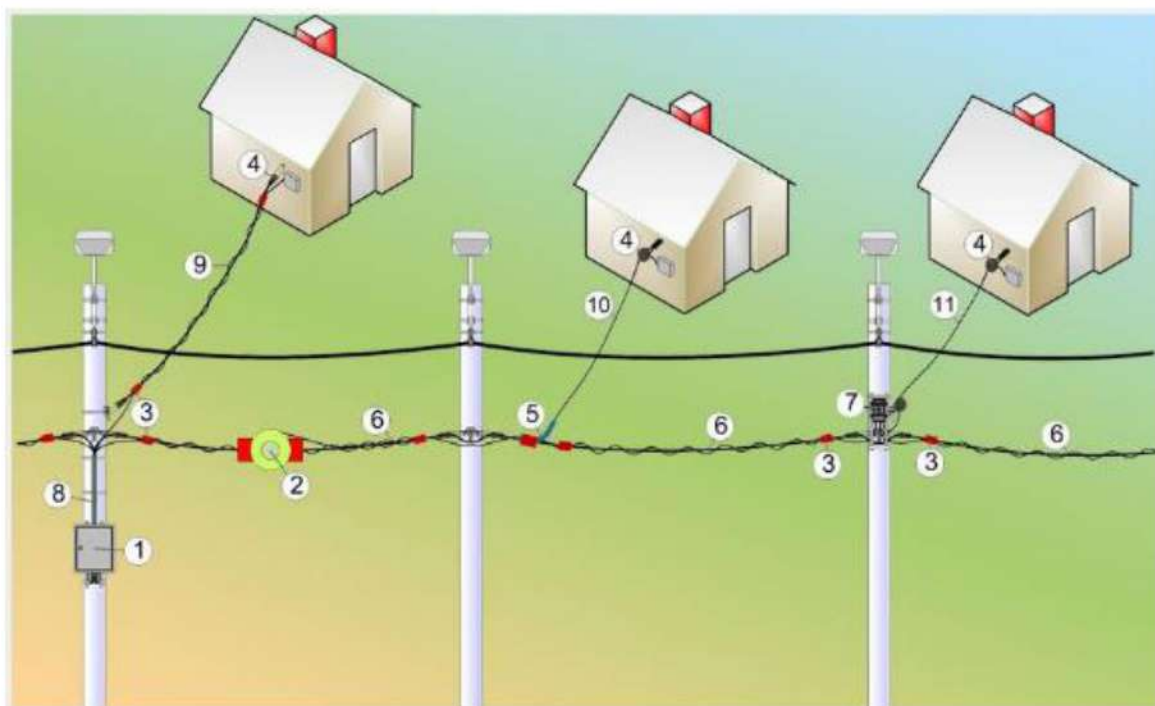


Рисунок 1.12. Схема кабельної системи FTTH для житлового сектору

1-розподільна шафа (РШ);

2-навивальна машинка з бухтою навивного кабелю;

- 3-комплекти кріплення навивного кабелю до несучого елементу;
- 4-комплект анкерування дроп-кабелю на будинку;
- 5-комплект відводу навивного дроп-кабелю від несучого елемента до дому;
- 6-кабельний джгут з навивного кабелю і несучого елемента;
- 7-дроп-муфта з розподільним кабелем, навитим на джгут до РЩ;
- 8-комплект захисту: футляр для кабелів і кронштейн;
- 9-дроп-кабель від РЩ, навитий на трос до будинку абонента;
- 10-дроп-кабель від РЩ, навитий на джгут до точки відведення і підвішений вільно від точки відводу до будинку абонента;
- 11-дроп-кабель від дроп-муфти, підвішений вільно до дому абонента.



Рисунок 1.13. Дроп-муфта з навивним кабелем, що встановлюється на опорі повітряної лінії

У будинку ВОК обробляється в спеціальній оптичній коробці, що знаходиться в настінній шафі. У той же шафі встановлюється:

- 1) спеціальний абонентський пристрій ONU, що дозволяє перетворити оптичний сигнал в електричний і підключати до мережі домашні побутові пристрої - телефон, факс, модем, комп'ютер, телевізор та ін;
- 2) Електрична розетка для живлення ONU;
- 3) Вступні отвори для так званих слабкострумових кабелів, розведених по котеджу (коаксіального телевізійного кабелю, Інтернет UTP-кабелю, телефонного кабелю або звита пара кат.5 для підключення приставки IP-телебачення).

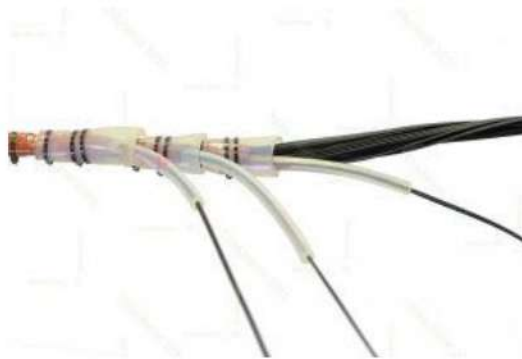


Рисунок 1.14. Відведення дроп-кабелів до абонентів

Персональний комп'ютер користувача підключається до ONU патчкордами UTP CAT5e. В залежності від потреб користувача в будинку може бути розгорнута домашня мережа. Функціональна схема пасивної оптичної мережі із послугою Triple Play представлена на рис. 1.15.

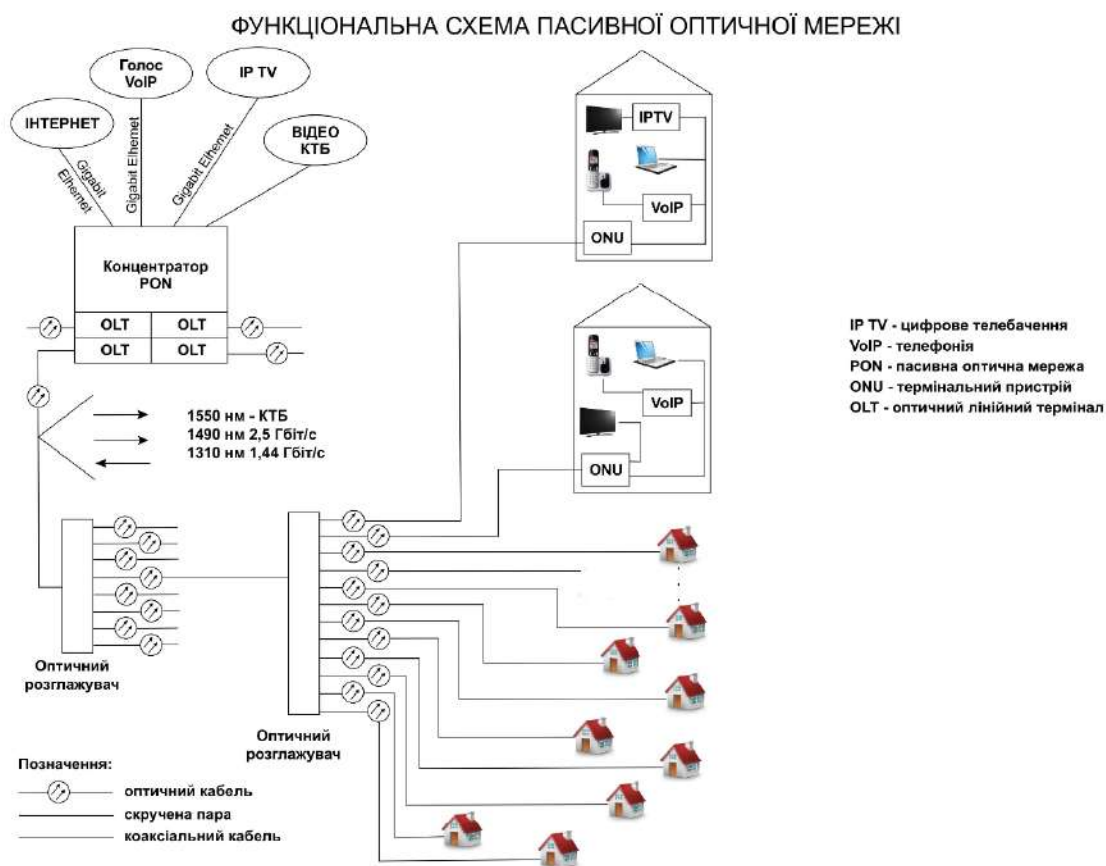


Рисунок 1.15. Функціональна схема пасивної оптичної мережі

1.8 Розрахунок бюджету потужності оптичного сигналу

Під загасанням сигналу розуміють зменшення його оптичної потужності при розповсюдженні по оптичному волокну.

Загасання вимірюється в дБ/км.

Розрахунок бюджету потужності оптичного сигналу (також відомий як оптичний бюджет) - це процес визначення загального зниження потужності сигналу в оптичній мережі від джерела до приймача. Цей розрахунок допомагає визначити, чи буде сигнал достатньо сильним для успішного передавання без спотворень або втрат даних.

Нижче приводжу кроки для розрахунку бюджету потужності оптичного сигналу:

1) Вимірювання потужності джерела (Tx): Вимірюються потужність оптичного сигналу на виході джерела світла (наприклад, оптичного передавача або лазера). Це зазвичай виражається в міліваттах (мВт) або децибелах (дБм).

2) Вимірювання втрат кабелю (Lc): Виміряйте втрати сигналу, які виникають при передачі через оптичний кабель. Це може включати втрати волокон, з'єднань, сплайсів і будь-яких інших компонентів. Втрати також виражаються в дБ.

3) Вимірювання втрат з'єднань (Lc): якщо у мережі є з'єднання (наприклад, конектори або роз'єми), виміряйте втрати, які вони викликають. Це також виражається в дБ.

4) Вимірювання чутливості приймача (Rx): Виміряйте чутливість оптичного приймача, тобто мінімальну потужність сигналу, яка є достатньою для коректного розпізнавання даних. Це також виражається в мВт або дБм.

5) Розрахунок бюджету потужності (OPB): Розрахуйте бюджет потужності, віднімаючи загальні втрати (включаючи кабельні втрати та втрати з'єднань) від потужності джерела та додавши потужність резерву, яка забезпечується чутливістю приймача.

6) Перевірка результатів: Перевірте результати розрахунку і переконайтеся, що бюджет потужності дозволяє успішну передачу даних без помітних спотворень або втрат.

Розрахунок бюджету потужності є важливим кроком при проектуванні та встановленні оптичних мереж для забезпечення їх надійності та ефективності передавання даних.

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

З усього вищесказаного випливає, що максимально допустимі втрати або бюджет загасання не можуть перевищувати певної величини. Однак при розрахунку допустимої відстані для системи передачі в оптичній мережі доступу зазвичай враховують лише бюджет загасання, т.к. саме затухання, а не дисперсія є головним обмежуючим фактором. Необхідно проводити розрахунки повного загасання для кожного окремого волокна (лінії) і порівнювати результати з максимально допустимим загасанням. Ці розрахунки проводяться на стадії проектування оптичної мережі доступу [8].

1.8.1 Розрахунок загасання для максимально віддаленого кotedжу

Кожен компонент оптичного лінійного тракту PON має свою величину оптичних втрат. Допустимі втрати оптичного сигналу на всьому шляху від оптичного передавача до приймача не повинні перевищити оптичний бюджет потужності. Оптичний бюджет, дБ, приймально-передавального обладнання визначається як інтервал

$[OB_{min}, OB_{max}]$, де

$$OB_{max} = p_{out,min} - p_{in,min}, \quad (1.1)$$

$$OB_{min} = p_{out,max} - p_{in,max}, \quad (1.2)$$

де $p_{out,min}$, $p_{out,max}$ – допустимий розкид потужностей передавачів;

$p_{in,min}$, $p_{in,max}$ – допустимий рівень сигналу на приймачах, при якому коефіцієнт помилок (BER) не перевищує заданий рівень. Волоконно-оптичний канал електрозв'язку задовольняє заданому бюджету, якщо втрати потужності сигналу в каналі електрозв'язку (загасання в ОВ, втрати на конекторах, ОР та інших компонентах) з урахуванням допустимих спотворень сигналів, потрапляють в інтервал $[OB_{min}, OB_{max}]$. Розрахунки загасання оптичного сигналу виконуються для оптичної лінії від точки підключення ОВ на активному обладнанні (на передавачі) до самого віддаленого абонента (на приймачі) [8].

У PON джерелами втрат є:

- повне загасання в ОВ - залежить від його довжини та коефіцієнта загасання ОВ на певній довжині хвилі;
- повні втрати в зростках зварних з'єднань - залежать від втрат в кожному зростку

і їх загальної кількості;

- повні втрати в механічних з'єднаннях - залежать від втрат в кожному з'єднанні і їх загальної кількості;

- повні втрати в «контактах» рознімних з'єднань - залежать від втрат в кожному з'єднувачі і їх загальної кількості;

- втрати в розгалужувачі ОВ - залежать від коефіцієнта розгалуження сплітеру (кількості його портів);

- штрафні втрати - це втрати на вигини ВОК при прокладці.

Сума всіх втрат, що виникають на ділянці PON, являє собою енергетичний бюджет загасання. При розрахунках слід враховувати і технологічний запас у вигляді додаткових зростків і вставок при проведенні ремонтних робіт, а також запас на природне старіння ОВ. В цілому рекомендується залишати запас бюджету потужності в 3 дБ після повністю виконаного підключення всього тракту від станційного порту OLT на АТС аж до абонентського ONT в котеджі.

Розрахунок оптичного бюджету в пасивної оптичної мережі з розгалужувачем з рівномірним розподілом оптичної потужності з відводів зробимо за методикою розрахунку, що приведена нижче.

У рекомендаціях визначено діапазон ослаблення сигналу в мережі PON:

- Клас А: 5ДБ-20дБ;

- Клас В: 10дБ-25дБ;

- Клас С: 15дБ-30дБ.

Ширина діапазону допустимого ослаблення сигналу в мережі для обладнання будь-якого класу становить 15 дБ. Ширина діапазону допустимого ослаблення сигналу визначається адаптаційними можливостями детекторів або шириною їх робочих діапазонів. Отже, максимальний розкид втрат по оптичних шляхах мережі не може перевищити 15 дБ. Цей критерій зручний при проектуванні мережі, так як дозволяє вільно будувати мережу. Після закінчення розрахунку вибирається підходящий клас приємопередатчиків або використовується атенюатор для приведення отриманих втрат по оптичних шляхах мережі в необхідний інтервал.

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Для кожного каналу електрозв'язку OLT-ONT i ($i=1...N$, де N – число абонентських ділянок) можна описати умови на втрати в прямому (d) і зворотному (u) потоках:

$$\begin{aligned} OB_{d,min} &\leq \alpha_d \cdot L_i + IL_i + AL + WL + RL_i + CL_i + SL_i \leq OB_{d,max} - \text{Штраф}_d - \text{Запас}, \\ OB_{u,min} &\leq \alpha_u \cdot L_i + IL_i + AL + WL + RL_i + CL_i + SL_i \leq OB_{u,max} - \text{Штраф}_u - \text{Запас}, \end{aligned} \quad (1.3)$$

де L_i – довжина i -го каналу, км;

α_d та α_u - Питоме загасання в ОВ на довжині хвилі прямого і зворотного потоків, дБ;

IL_i - вносяться втрати усіма ОР в i -м каналі, дБ;

RL_i –втрати на всіх конекторах (роз'ємних з'єднаннях) в i -м каналі, дБ;

CL_i - втрати на всіх нероз'ємних зварних з'єднаннях в i -му каналі, дБ;

SL_i - втрати на всіх нероз'ємних механічних з'єднаннях в i -му каналі, дБ;

AL - ослаблення сигналу на аттенюатор, дБ;

WL - ослаблення сигналу на WDM мультиплексор, дБ;

Штраф - ослаблення сигналу через деградації волокна / компонентів, впливу зовнішніх умов, спотворення форми сигналу через хроматичної та поляризаційної модової дисперсії, дБ;

Запас - технологічний запас у вигляді додаткових зростків і вставок при проведення ремонтних робіт, дБ.

Штраф може залежати від довжини хвилі, проте, при цьому рекомендується сумарно оцінювати всі такі втрати величиною в 1 дБ.

Загасання, що вноситься волокном (Звв)

$$Z_{vv} = K_{zv} * L, (\text{дБ}) \quad (1.4)$$

де

K_{zv} - коефіцієнт загасання волокна;

L - довжина лінії.

Сумарні втрати в зростках / з'єднувачах (S_{sr} / S_s) - це добуток кількості зростків / з'єднувачів (N_{sr} / N_s) на середні втрати в зростках/з'єднувачах (P_{sr} / P_s):

$$S_{sr} = N_{sr} * P_{sr}, (\text{дБ}) \quad (1.5)$$

Результати розрахунків показників бюджету оптичної потужності для кожного

об'єкту котеджного містечка з використанням електронних таблиць MS Excel.

Результати запасу по загасанню на довжинах хвиль 1310 нм та 1550 нм представлено на графіках (рис. 1.16 та рис. 1.17 відповідно).

Таблиця 1.7. Розрахунки запасу по загасанню для котеджного містечка на довжині звилі 1310 нм у Excel

№	Найменування	Відстань(км)	Загасання (дБ) 1310нм	Загальні втрати (дБ)	Запас по загасанню(дБ)
1	Котедж № 1	4,3	1,72	24,62	1,38
2	Котедж № 2	4,4	1,76	24,66	1,34
3	Котедж № 3	4,8	1,92	24,82	1,18
4	Котедж № 4	4,9	1,96	24,86	1,14
5	Котедж № 5	5	2	24,9	1,1
6	Котедж № 6	4,6	1,84	24,74	1,26
7	Котедж № 7	5,25	2,1	25	1
8	Котедж № 8	4,7	1,88	24,78	1,22
9	Котедж № 9	5,3	2,12	25,02	0,98
10	Котедж № 10	5,4	2,16	25,06	0,94
11	Котедж № 11	5,5	2,2	25,1	0,9
12	Котедж № 12	5,3	2,12	25,02	0,98
13	Котедж № 13	5,2	2,08	24,98	1,02
14	Котедж № 14	5,1	2,04	24,94	1,06
15	Котедж № 15	5	2	24,9	1,1
16	Котедж № 16	4,8	1,92	24,82	1,18
17	Будівля адміністрації	4,65	1,86	24,76	1,24
18	Розважальний комплекс	4,4	1,76	24,66	1,34
19	Контрольно-пропускний пункт	0	0	22,9	3,1

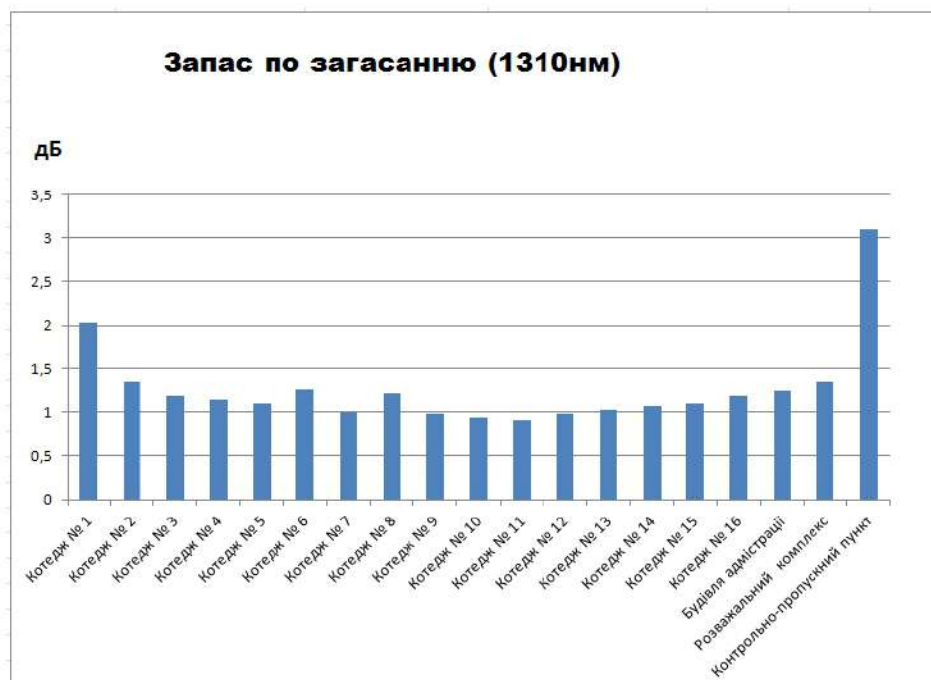


Рисунок 1.16. Графік зміни запасу по загасанню на довжині хвилі 1310нм для об'єктів котеджного містечка в залежності від відстані OLT.

1.5.2 Технічні характеристики

У якості середовища передачі для широкосмугових мереж доступу, як правило, використовуються багатомодові або одномодові волоконні світловоди. Багатомодові волокна застосовуються в локальних мережах для передачі інформації на короткі відстані й побудови структурованої кабельної системи (СКС) усередині будинків, одномодові волокна знайшли широке застосування на магістральних лініях, а також у міських і регіональних мережах.

В даний час вітчизняна та зарубіжна кабельна промисловість освоїла виробництво оптичних кабелів практично будь-яких типів і призначень. Ці кабелі відповідають вимогам міжнародних стандартів, рекомендацій МСЕ (ITU-T) G.651-G.657 [10].

Для виготовлення ОК застосовуються як вітчизняні так і імпортовані матеріали високої якості. Оптичні волокна поставляються відомими фірмами - Lucent Technologies, Corning, Fujikura (Японія), Samsung (Південна Корея), Ericsson. Найбільш популярним є волокно типу ZWPF (Zero Water Peak Fiber) — волокно з нулевим водяним піком. Волокно ZWPF, що також називають волокном ITU-T G.652.A задовольняє вимогам стандартів ІЕС (МЕК - Міжнародної електротехнічної комісії) на величину втрат в області водяного піка навіть після застосування водневого старіння. Тому можна бути впевненим у тому, що високі втрати в області цього піка не виникнуть протягом строку експлуатації волокна.

В даному дипломному проекті використовується універсальний багатомодовий оптичний кабель Corning 024TEY-13188A2G та одномодовий оптичний кабель марки ОКП8(4)М.

Волоконно-оптичний кабель універсальний Corning U-DQ(ZN)(SR)H 24F OM3CC оздоблений компонентами: гофроброня, діелектричні посилені елементи, оболонка LSZH™/FRNC (024TEY-13188A2G)

Кабель U-DQ(ZN)(SR)H захищений металевією бронею, має вогнестійку оболонку, призначений для прокладання між і всередині будівель, у магістральних повітроводах, кабель ростах, може бути прокладений у ґрунт, має нижче

					КБ 01. 06 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9. Розрахунки запасу по загасанню для котеджного містечка на довжині звилі 1550 нм у Excel

№	Найменування	Відстань(км)	Загасання (дБ) 1550нм	Загальні втрати (дБ)	Запас по загасанню(дБ)
1	Котедж № 1	4,3	1,075	23,975	2,025
2	Котедж № 2	4,4	1,1	24	2
3	Котедж № 3	4,8	1,2	24,1	1,9
4	Котедж № 4	4,9	1,225	24,125	1,875
5	Котедж № 5	5	1,25	24,15	1,85
6	Котедж № 6	4,6	1,15	24,05	1,95
7	Котедж № 7	5,25	1,3125	24,2125	1,7875
8	Котедж № 8	4,7	1,175	24,075	1,925
9	Котедж № 9	5,3	1,325	24,225	1,775
10	Котедж № 10	5,4	1,35	24,25	1,75
11	Котедж № 11	5,5	1,375	24,275	1,725
12	Котедж № 12	5,3	1,325	24,225	1,775
13	Котедж № 13	5,2	1,3	24,2	1,8
14	Котедж № 14	5,1	1,275	24,175	1,825
15	Котедж № 15	5	1,25	24,15	1,85
16	Котедж № 16	4,8	1,2	24,1	1,9
17	Будівля адміністрації	4,65	1,1625	24,0625	1,9375
18	Розважальний комплекс	4,4	1,1	24	2
19	Контрольно-пропускний пункт	0	0	22,9	3,1



Рисунок 1.18. Графік зміни запасу по загасанню на довжині хвилі 1550нм для об'єктів котеджного містечка в залежності від відстані OLT

Результат розрахунку оптичного бюджету мережі для най віддаленого об'єкту котедж №11 показує, що при оптичному бюджеті OLT модуля, який складає 30 дБ і запасі бюджету потужності - 3 дБ допустимі втрати становлять 25,1 дБ і 24,3 дБ, що дає залишковий запас по загасанню 1,9 дБ і 2,7 дБ на довжинах хвиль 1310 нм і 1550 нм відповідно.

Таблиця 1.10. Дані розрахунку загасання для віддаленого котеджу

Розрахунок загасання		Одиниця виміру	Довжина хвилі, нм		
Тип волокна: G.652 ITU-T D			1310	1490	1550
1	Коефіцієнт загасання волокна	дБ/км	0,40	0,35	0,25
2	Хроматична дисперсія	пс/нм км	3,50	5,0	18,0
3	Довжина лінії до котеджу №11	км	5,5	5,5	5,5
4	Загасання що вноситься волокном	дБ	2,20	1,93	1,4
5	Середні втрати в зростку	дБ	0,05	0,05	0,05
6	Кількість зростків	шт.	4	4	4
7	Сумарні втрати в зростках	дБ	0,20	0,20	0,20
8	Втрати в зростках при ремонті	дБ	1,0	1,0	1,0
9	Експлуатаційний запас	дБ	3,0	3,0	3,0
10	Середні втраті в з'єднувачах	дБ	0,30	0,30	0,30
11	Кількість з'єднувачів	шт.	4	4	4
12	Сумарні втратив в з'єднувачах	дБ	1,20	1,20	1,20
13	Втрати розгалужувача 1: 32	дБ	17,5	17,5	17,5
14	Загальні втрати в лінії зв'язку	дБ	25,1	24,83	24,3
15	Допустимі втрати	дБ	3,0	3,0	3,0
16	Залишковий запас по загасанню	дБ	1,9		2,7

Перелік обладнання пасивної оптичної мережі для проекту приведено в табл.1.11.

Таблиця 1.11. Перелік обладнання мережі для проекту

№ з/с	Обладнання	Одиниця вимірювання	Кількість
Мережеве обладнання:			
1	Оптична розподільча шафа ПЮРК.301241.018-02, ємністю 32 абонента (SC) на КПП, кількість сплітерів 5 [19]	шт.	1
2	Будинкова настінна шафа	шт.	18
3	Оптична коробка	шт.	18
4	Абонентська розетка	шт.	18
6	Оптичний патч-корд SC Оптичний кабель Corning 024TEY-13188A2G	м	до 80 4000
7	Оптичний кабель ОКП8(2.7)М-0608	м	16600
Апаратура:			
8	OLT GEPON концентратор BDCOM P3310C	шт.	1
9	абонентський термінал BDcom P1501D1	шт.	18
10	подільник оптичний подільник IPCOM COUPLER PLC-1X32-SPLIT-0-SC/APC-0.9MM CORD-1.0M	шт.	1

Таблиця 1.8. Розрахунки запасу по загасанню для котеджного містечка на довжині звилі 1490 нм у Excel

№	Найменування	Відстань(км)	Загасання (дБ) 1310нм	Загальні втрати (дБ)	Запас по загасанню(дБ)
1	Котедж № 1	4,3	1,505	24,405	1,595
2	Котедж № 2	4,4	1,54	24,44	1,56
3	Котедж № 3	4,8	1,68	24,58	1,42
4	Котедж № 4	4,9	1,715	24,615	1,385
5	Котедж № 5	5	1,75	24,65	1,35
6	Котедж № 6	4,6	1,61	24,51	1,49
7	Котедж № 7	5,25	1,8375	24,7375	1,2625
8	Котедж № 8	4,7	1,645	24,545	1,455
9	Котедж № 9	5,3	1,855	24,755	1,245
10	Котедж № 10	5,4	1,89	24,79	1,21
11	Котедж № 11	5,5	1,925	24,825	1,175
12	Котедж № 12	5,3	1,855	24,755	1,245
13	Котедж № 13	5,2	1,82	24,72	1,28
14	Котедж № 14	5,1	1,785	24,685	1,315
15	Котедж № 15	5	1,75	24,65	1,35
16	Котедж № 16	4,8	1,68	24,58	1,42
17	Будівля адміністрації	4,65	1,6275	24,5275	1,4725
18	Розважальний комплекс	4,4	1,54	24,44	1,56
19	Контрольно-пропускний пункт	0	0	22,9	3,1

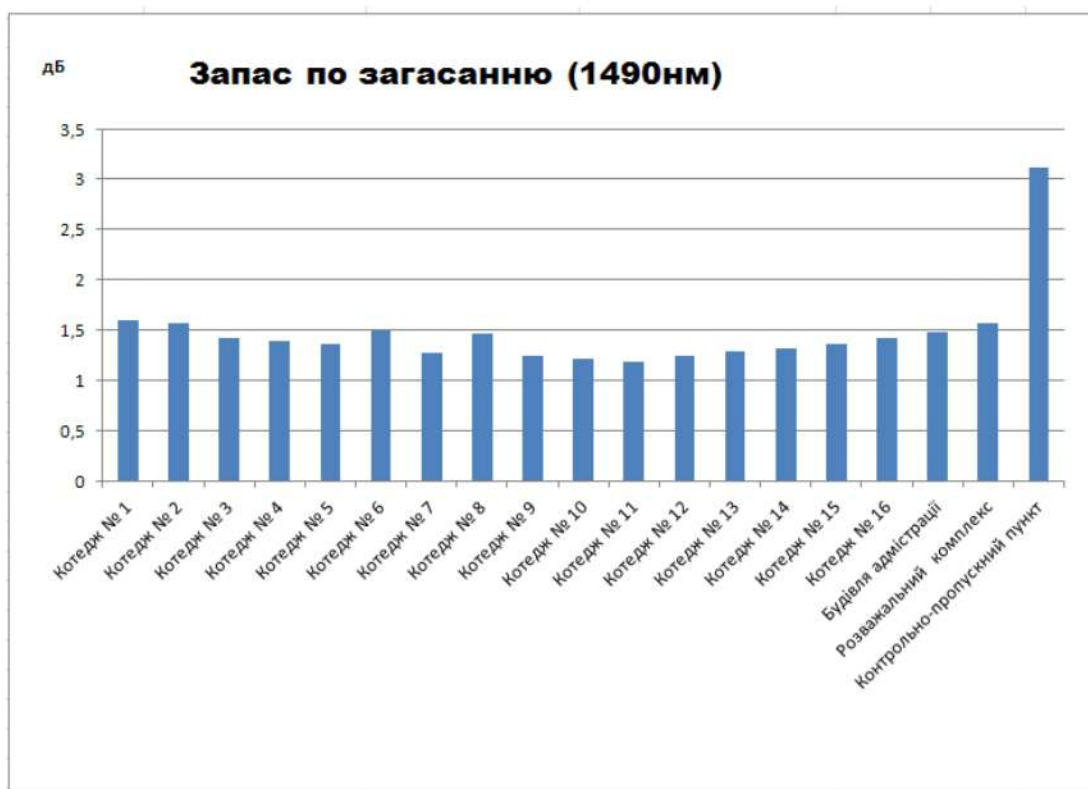


Рисунок 1.17. Графік зміни запасу по загасанню на довжині хвилі 1490нм для об'єктів котеджного містечка в залежності від відстані OLT

2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою даних розрахунків є обчислення вартості виконання науково-дослідної розробки «Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод».

У даному дипломному проєкті вирішуються питання створення та розрахунку пасивної оптичної мережі стандарту IEEE 802.3ah EPON або GEPON (Ethernet PON), яка починається з визначення початкових даних, конфігурації і складу мережевого устаткування.

Даний вид проекту відноситься до науково-дослідницької розробки. Оцінка якості розробленого проекту включає визначення трудомісткості і вартості його створення.

Перелік етапів і робіт, що виконуються при проведенні НДР, приведений в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Розподіл робіт по етапах і видах виконавців.

Етап проведення НДР	Вигляд робіт	Посада виконавця
1	2	3
Розробка технічного завдання (ТЗ)	1.Складання і затвердження ТЗ для НДР по розробці « Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод ».	Дипломник керівник
Вибір напрямку дослідження	1.Збір і вивчення науково-технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів, на основі яких будуватиметься робота. 2.Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка.	Дипломник керівник

	3.Вибір напрямку проведення досліджень для подальшої розробки. 4.Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	
Теоретичні і експериментальні дослідження	1.Збір і вивчення науково-технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів, на основі яких будуватиметься робота. 2.Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка. 3.Вибір напрямку проведення досліджень для подальшої розробки. 4.Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	Дипломник керівник консультанти
Узагальнення і оцінка результатів досліджень	1.Узагальнення результатів попередніх етапів роботи. 2. Оцінка повноти вирішення поставлених завдань. 3.Проведення додаткових досліджень, розробка рекомендацій по використанню результатів проведення НДР, а також рекомендацій по реалізації проекту в цілому. 4.Складання і оформлення звіту. Розгляд результатів проведеною НДР і прийняття результатів в цілому.	Дипломник керівник консультанти

Оцінка тривалості виконання робіт виконана в умовах відсутності нормативної бази. Тому тривалість виконання окремих робіт розраховується на основі вірогідних оцінок робіт, що задаються виконавцями.

Таблиця 2.2. Очікувана трудомісткість робіт

Вигляд роботи	Очікуваний час виконання (дні)
1.Складання і затвердження ТЗ для НДР по розробці «Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод».	1
2.Збір і вивчення науково – технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів.	2
3.Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка.	1
4.Вибір напрямку проведення досліджень і способів вирішення поставлених завдань. Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	1
5.Огляд технологій PON стандарту GPON	5
6.Реалізація пасивної оптичної мережі	5
7.Узагальнення результатів попередніх етапів роботи. Оцінка повноти вирішення поставлених завдань	5
9.Економічна частина	2
10.Охорона праці	2
Всього:	24

Розрахунок собівартості і ціни виконання НДР виконано виходячи з особливостей створення науково – технічної продукції і її залежності від інтелектуальної праці. Розрахунок собівартості і ціни виконання НДР включає наступні статті витрат: витрати на матеріали, основна і додаткова заробітна плата, відрахування до єдиного соціального фонду страхування, витрати на роботи, що виконуються сторонніми організаціями, і деякі інші.

1) Витрати на матеріали складають 320 грн.

2) До витрат «Основна заробітна плата» відносяться оплата праці виконавців, безпосередньо притягнених до її виконання. Розмір основної зарплати встановлюється виходячи з чисельності різних категорій виконавців, трудомісткості, що витрачається ними на виконання різних видів робіт, а також їх середньої заробітної плати (ставки) за один робочий день. Відповідно до статті 8 «Закону про Державний бюджет України на 2024» встановлено мінімальну

					КБ 01. 06 002. 00 ДП ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заробітну плату у місячному розмірі з 1 квітня 2024 року - 8000 гривень;
мінімальну погодинну тарифну ставку – 46 грн.

Середня зарплата за один робочий день для кожного виконавця визначена по формулі:

$$Зден = п.т.с. * 8; \quad (2.1)$$

де п.т.с – погодинна тарифна ставка, грн.;

8 – тривалість робочого дня, год.

Зден дипломника = $46 * 8 = 388$ грн.

Зден керівника = $80 * 8 = 640$ грн

Зден консультантів = $80 * 8 = 640$ грн.

Витрати на основну заробітну плату, НДР, що включаються в собівартість, приведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Витрати на основну заробітну плату

Виконавець	Погодинна тарифна ставка, грн	Денна ставка, грн	Трудовісткість робочих днів	Сума основної зарплати, грн
Дипломник	46,00	388,00	24	9312,00
Керівник	80,00	640,00	1	640,00
Консультант з економічної частини	80,00	640,00	0,25	160,00
Консультант з охорони праці	80,00	640,00	0,25	160,00
Нормоконтроль	80,00	640,00	0,25	160,00
Всього (Зо)				10432,00

3) Витрати на додаткову заробітну плату визначаються у відсотках від основної. У наукових закладах додаткова заробітна плата складає 10-12% від основної заробітної плати.

$$Зд=10\% * З_о = 10432,00 * 0.1 = 1043,20 \text{ грн} \quad (2.2)$$

4) До складу собівартості НДР включаються податки, збори і інші обов'язкові платежі, встановлені системою оподаткування що діє. Відрахування до єдиного соціального внеску складає:

$$З_{\text{св}}=0,22*(З_о+З_д) = 0,22 * (10432+1043,20) = 2524,54 \text{ грн} \quad (2.3)$$

5) До накладних витрат відносять витрати на управління і господарське обслуговування, що відноситься до всіх виконуваних НДР. У наукових закладах накладні витрати складають 40 -120% від основної і додаткової заробітної плати.

$$Р_{\text{накл}}= (З_о+З_д)*0,4 = (10432+1043,20)*0,4 = 4590,08 \text{ грн} \quad (2.4)$$

На підставі отриманих даних по окремих статтях витрат складена калькуляція планової собівартості в цілому НДР за формою, приведеною в табл.2.4.

Таблиця 2.4. Калькуляція планової собівартості

Статті витрат	Сума, грн.
1. Матеріали	400,00
2. Основна заробітна плата	10432,00
3. Додаткова заробітна плата	1043,20
4. Відрахування до єдиного соціального внеску	2524,54
5. Накладні витрати	4590,08
Планова собівартість (Спл)	18989,82

Плановий прибуток визначений по формулі:

$$П_{\text{пл}} = 0,1 * С_{\text{пл}} = 0,1 * 18989,82 = 1898,98 \text{ грн} \quad (2.5)$$

Де 0,1 – норматив, який враховує граничний рівень рентабельності, встановлений чинним законодавством для науково-технічної продукції.

Договірна ціна визначається по формулі

$$Ц_{\text{нір}} = С_{\text{пл}} + П_{\text{пл}} = 18989,82 + 1898,98 = 20888,80 \text{ грн.} \quad (2.6)$$

Ціну реалізації встановлюємо з урахуванням ПДВ

$$Ц_{\text{р}} = Ц_{\text{нір}} + П_{\text{ДВ}} = 20888,80 + 20888,80 * 0,2 = 25066,56 \text{ грн.} \quad (2.7)$$

Висновок. Ціна реалізації складає 25066,66 грн.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

В Україні основним законодавчим документом у галузі охорони праці є Закон України "Про охорону праці" № 2694-ХІІ від 14.10.1992 року. Цей закон встановлює загальні принципи та вимоги щодо забезпечення безпеки та здоров'я працюючих на робочому місці в усіх сферах діяльності. Він регулює права та обов'язки роботодавців та працівників у сфері охорони праці, встановлює вимоги до умов праці, організації робочого процесу та системи управління охороною праці.

Цей закон поширюється на всіх суб'єктів господарювання, юридичних та фізичних осіб, незалежно від форми власності та виду діяльності, які використовують найману працю. Він також застосовується до всіх працюючих, які працюють за трудовим договором або іншими формами трудових відносин.

Закон "Про охорону праці" визначає основні принципи та норми охорони праці, зокрема забезпечення безпечних та здорових умов праці, відповідальність сторін за дотримання законодавства у галузі охорони праці, а також порядок державного нагляду за дотриманням вимог з охорони праці. Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод виконується користувачем, робочим місцем якого є персональний комп'ютер в умовах офісу або домашніх умовах.

Тому нижче розглянемо умови праці та забезпечення безпеки праці при виконанні основних видів робіт на робочому місці користувача персонального комп'ютеру.

3.1 Аналіз умов праці й забезпечення безпеки при виконання основних видів робіт на об'єкті дипломного проектування

На робочому місці користувача ПК виникають небезпечні та шкідливі фактори: підвищений рівень шуму, несприятливі мікрокліматичні умови, недостатній рівень освітленості, шкідливі речовини, підвищений рівень електромагнітних випромінювань, радіочастот, висока напруга електричної мережі, статична електрика та інші.

					КБ 01. 06 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Для нормальної життєдіяльності людини в умовах виробництва треба створити санітарні умови, які б дали змогу їй плідно працювати не перевтомлюючись та зберігати своє здоров'я. Для цього треба, щоб енергетичні витрати при праці компенсувалися відпочинком та умовами оточуючого середовища.

3.1.1 Мікроклімат робочої зони працівників, вентиляція.

Приміщення для роботи з персональними комп'ютерами на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальними значеннями параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря.

Оптимальні значення параметрів мікроклімату є важливими для забезпечення комфортної та продуктивної робочої обстановки. Згідно з Державними Санітарними Та Епідеміологічними Нормативами (ДСТУ), ось деякі рекомендовані значення параметрів мікроклімату:

Температура: Зазвичай рекомендовані значення температури в приміщеннях для роботи з персональними комп'ютерами коливаються від 20 до 24 градусів Цельсія. Це допомагає забезпечити комфортну температуру без перегріву або переохолодження.

Відносна вологість: Рекомендовані значення відносної вологості зазвичай коливаються від 40% до 60%. Висока вологість може призвести до відчуття дискомфорту та може сприяти розвитку плісняви та грибків, тоді як низька вологість може спричинити висушування слизової оболонки та дихальних шляхів.

Рух повітря: Добре вентильовані приміщення забезпечують оптимальний обмін повітря, що сприяє виведенню шкідливих речовин та підтримує свіжу та здорову атмосферу. Рекомендовані швидкості руху повітря зазвичай знаходяться в діапазоні від 0,1 до 0,3 м/с.

Дотримання цих рекомендацій допоможе забезпечити комфортні умови для працівників, що працюють з персональними комп'ютерами, та підвищити їх продуктивність та благополуччя.

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних та негативних іонів необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або

					КБ 01. 06 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

штучної іонізації, кондиціонування повітря.

Для підтримки в приміщеннях нормального, що відповідає гігієнічним вимогам складу повітря, видалення з нього шкідливих газів, пару і пилу використовують вентиляцію.

В приміщеннях з ВДТ рекомендовано застосування припливної вентиляції та застосування кондиціонерів.

3.1.2 Освітлення робочого місця, шум, вібрація

Приміщення, в яких встановлені персональні комп'ютери, повинні мати природне та штучне освітлення.

Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природною освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%. Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення. У разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення). Зазначення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500лк.

Для забезпечення нормованих значень освітленості у приміщеннях з ВДТ ЕОМ та ПЕОМ слід чистити шибки і світильники принаймні двічі на рік і вчасно замінювати лампи, що перегоріли.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам Санітарних норм виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99.

У робочих приміщеннях, де розташовуються користувачі ПК, основними джерелами акустичних шумів є шуми ПЕОМ. ЕОМ є також джерелами шумів електромагнітного походження (коливання елементів електромеханічних пристроїв під впливом змінних магнітних полів).

3.1.3 Виробничі випромінювання

До виробничих випромінювань відносяться:

- 1) випромінювання оптичного діапазону - ультрафіолетові (УФВ), лазерні

					КБ 01. 06 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

(ЛВ), інфрачервоні (ІЧВ);

2) електромагнітні випромінювання (ЕМВ) НЧ, ВЧ, УВЧ, НВЧ діапазонів; іонізуючі випромінювання.

На робочому місці теми проекту на користувача ПК впливає неіонізуюче електромагнітне випромінювання. Іонізуючі електромагнітні випромінювання на відстані 0,05 м від екрана до корпусу відеотерміналу при будь-яких положеннях регульовальних пристроїв не повинна перевищувати $7,74 \times 10$ в ст.-12 А/кг, що відповідає еквівалентній дозі 0,1 мбер/год (100 мкР/год).

Неіонізуюче електромагнітне випромінювання має такі характеристики. Значення напруженості електростатичного поля на робочих місцях (як у зоні екрана дисплея, так і на поверхнях обладнання, клавіатури, друкувального пристрою) мають не перевищувати гранично допустимих. Нормування, контроль та вимірювання ЕМП промислової частоти здійснюється згідно: ДСНіП №476-2002 (ДСН 3.3.6.096-2002) «Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів»; ДСНіП №239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань»; ГОСТ 12.1.002-84 «ССБП. Електричні поля промислової частоти. Допустимі рівні напруженості і вимоги до проведення контролю на робочих місцях».

3.1.4 Електробезпека

Основні напрямки електробезпеки включають різні аспекти технічних, організаційних та правових заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та забезпечення безпеки під час експлуатації електроустановок. Ось деякі з основних напрямків електробезпеки: технічні заходи, організаційні заходи, правові заходи, інженерні рішення.

Розробка та впровадження сучасних технологій та методів, які сприяють покращенню безпеки електроустановок, таких як інтелектуальні системи управління та моніторингу, системи раннього виявлення несправностей тощо. Ці напрямки спільно сприяють створенню безпечного середовища для експлуатації електроустановок, зменшують ризик виникнення нещасних випадків та мають за мету забезпечити найвищий рівень електробезпеки для працівників та

					КБ 01. 06 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

користувачів.

3.2 Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об’єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Причинами пожеж та вибухів на підприємстві є порушення правил і норм пожежної безпеки, невиконання Закону “Про пожежну безпеку”.

Можливими причинами виникнення пожежі в приміщенні, де розташовані комп’ютери є:

- 1) Електричні несправності:
- 2) Перевантаження електричних мереж або джерел живлення.
- 3) Коротке замикання.
- 4) Поганий контакт або перегрів електричних проводів та обладнання.
- 5) Порушення ізоляції електричних проводів.
- 6) Події, пов'язані з тепловими джерелами:
- 7) Перегрів та несправність систем опалення.

Це лише деякі загальні причини пожеж, і кожна конкретна ситуація може мати свої унікальні особливості та причини виникнення. Важливо вжити заходів передбачення та профілактики, а також мати план евакуації та знаходитися на сторожі для запобігання та вчасного реагування на можливі пожежі.

Для гасіння пожеж на робочому місці використовують вуглекислотні та порошкові вогнегасники. Наявність первинних засобів пожежогасіння і вогнегасників, їхня кількість і зміст відповідає вимогам Наказу №25 від 15.01.2018 Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. У приміщенні виконуються усі вимоги по пожежній безпеці відповідно до вимог НАПБ А.0.001-95 “Правила пожежної безпеки в Україні”. У приміщенні також має план евакуації на випадок виникнення пожежі.

Впровадження комфортних й безпечних умов праці - один з основних факторів, що впливає на здоров'я працівників та продуктивність праці.

					КБ 01. 06 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті була спроектована оптична система зв'язку із високою захищеністю від перешкод. – пасивні оптичні мережі (Passive Optical Networks, PON). Розробка такої мережі передбачає забезпечення високого рівня захищеності від перешкод і зовнішніх впливів завдяки: відсутності активних компонентів на відкритому повітрі для об'єкту - будівель котеджного містечка поблизу міста Одеса.

Розроблена мережа відповідає стандарту IEEE 802.3ah EPON или GEON (Ethernet PON).

В результаті була розроблена структура мережі та перелік необхідного обладнання для надання абонентам послуг мережі Інтернет, телефонії, цифрового телебачення та локальної мережі стандарту Ethernet.

Розглянута технологія GEON несе в собі великі перспективи по розвитку мережі Internet, і інтеграції цієї мережі в будинки українських громадян інших населених пунктів.

Розраховано ціну науково – дослідної розробки близько 25 тис.грн та описано вимоги до охорони праці під час розробки проекту.

Таким чином, мною був запропонований проект, в якому враховані всі основні етапи побудови PON на базі OLT концентратору BDCOM P3310C, абонентського терміналу BDcom P1501D1, що підтримує технологію GEON, яка пропонує якісні можливості для поліпшення кібербезпеки в мережах та дає змогу абоненту при використанні каналу широкосмугового доступу отримати три сервісу: високошвидкісний Інтернет, цифрове телебачення, телефонію - VOIP.

					КБ 01. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 1 Про інформацію: Закон України// Відомості Верховної Ради України. - 2001.- № 11.- С. 25-27.
2. ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення».
3. ДСТУ 3254-95 Радіозв'язок. Терміни та визначення
4. ДСТУ ETSI EN 301 489-8:2008. Электромагнитная совместимость радиооборудования и радиослужб. Часть 8. Специальные условия для испытания базовых станций (ETSI EN 301 489-8:2002, IDT)
5. Трубочанінова К. А., Жученко О. С., Лисечко В. П. Бездротові телекомунікаційні системи: Навч. посібник.– Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 86 с., рис. 40, табл. 31.
6. Копайгородська Т.Г. Методичні вказівки до виконання розділу Економічний розрахунок. ВСП ОТФК ОНТУ, Одеса, 2024
7. Чорновол Н.І. Методичні вказівки до виконання розділу Охорона праці. ВСП ОТФК ОНТУ, Одеса, 2024
8. Петренко І.І., Убайдуллаєв Р.Р. Пасивні оптичні мережі PON. Частина 1. Архітектура та стандарти, №1, [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://t8.ru/wpcontent/uploads/2012/01/24.pdf> (дата звернення 02.05.24)
9. DEPS / Каталог товарів / Телекомунікаційне обладнання / Обладнання PON / Концентратори (OLT) / GERON концентратор BDCOM P3310C [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://deps.ua/ua/katalog/concentrators-olt/bdcom-p3310c.html> (дата звернення 02.05.24)
10. Технології мереж. Рекомендацій MCE (ITU-T) G.651-G.657. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nettech.ua/news/opisanie-standartov-odnomodovix-volokon> (дата звернення 02.05.24)

					КБ 01. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Слайди презентації

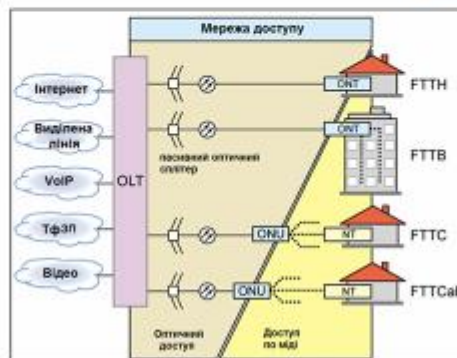
Дипломний проект на тему:

Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод

Виконав здобувач освіти: Карпов В. Ю.

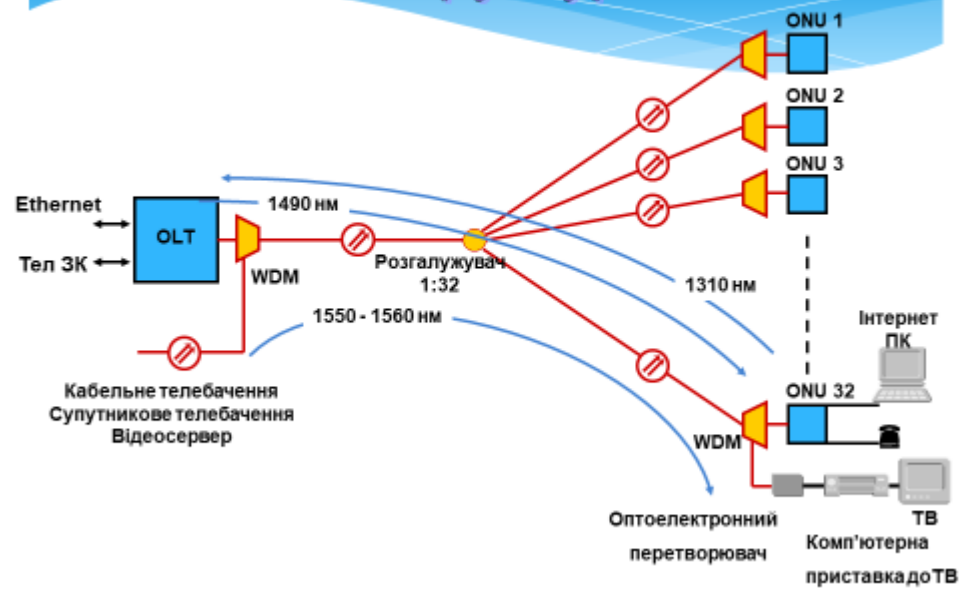
Слайд 1

Концепції оптичного доступу



Слайд 2

Загальна структурна схема

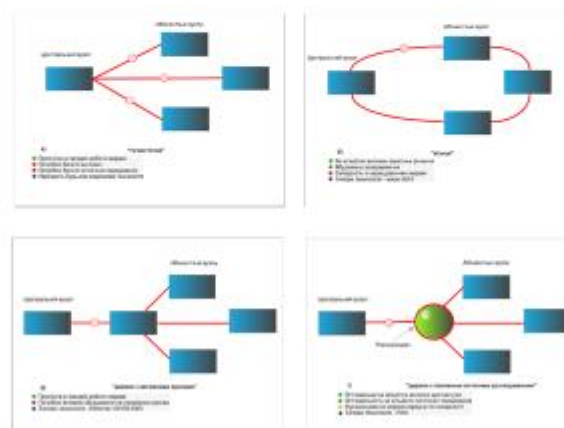


Слайд 3

Вибір топології мережі PON

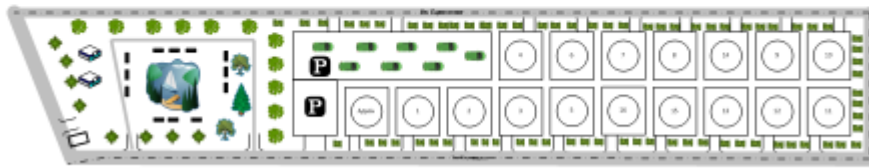
Дерево з пасивними оптичними елементами PON-P2MP, рис. -г)

Топології пасивних оптичних мереж



Слайд 4

План котеджного містечка



Слайд 5

Графіки і розрахунки зміни запасу по загасанню в котеджі в залежності від відстані OLT



№	Відстань	Відстань, м	Відстань, м	Відстань, м	Відстань, м
1	0	0	0	0	0
2	10	10	10	10	10
3	20	20	20	20	20
4	30	30	30	30	30
5	40	40	40	40	40
6	50	50	50	50	50
7	60	60	60	60	60
8	70	70	70	70	70
9	80	80	80	80	80
10	90	90	90	90	90
11	100	100	100	100	100
12	110	110	110	110	110
13	120	120	120	120	120
14	130	130	130	130	130
15	140	140	140	140	140
16	150	150	150	150	150
17	160	160	160	160	160
18	170	170	170	170	170
19	180	180	180	180	180
20	190	190	190	190	190
21	200	200	200	200	200
22	210	210	210	210	210
23	220	220	220	220	220
24	230	230	230	230	230
25	240	240	240	240	240
26	250	250	250	250	250
27	260	260	260	260	260
28	270	270	270	270	270
29	280	280	280	280	280
30	290	290	290	290	290
31	300	300	300	300	300
32	310	310	310	310	310
33	320	320	320	320	320
34	330	330	330	330	330
35	340	340	340	340	340
36	350	350	350	350	350
37	360	360	360	360	360
38	370	370	370	370	370
39	380	380	380	380	380
40	390	390	390	390	390
41	400	400	400	400	400
42	410	410	410	410	410
43	420	420	420	420	420
44	430	430	430	430	430
45	440	440	440	440	440
46	450	450	450	450	450
47	460	460	460	460	460
48	470	470	470	470	470
49	480	480	480	480	480
50	490	490	490	490	490
51	500	500	500	500	500
52	510	510	510	510	510
53	520	520	520	520	520
54	530	530	530	530	530
55	540	540	540	540	540
56	550	550	550	550	550
57	560	560	560	560	560
58	570	570	570	570	570
59	580	580	580	580	580
60	590	590	590	590	590
61	600	600	600	600	600
62	610	610	610	610	610
63	620	620	620	620	620
64	630	630	630	630	630
65	640	640	640	640	640
66	650	650	650	650	650
67	660	660	660	660	660
68	670	670	670	670	670
69	680	680	680	680	680
70	690	690	690	690	690
71	700	700	700	700	700
72	710	710	710	710	710
73	720	720	720	720	720
74	730	730	730	730	730
75	740	740	740	740	740
76	750	750	750	750	750
77	760	760	760	760	760
78	770	770	770	770	770
79	780	780	780	780	780
80	790	790	790	790	790
81	800	800	800	800	800
82	810	810	810	810	810
83	820	820	820	820	820
84	830	830	830	830	830
85	840	840	840	840	840
86	850	850	850	850	850
87	860	860	860	860	860
88	870	870	870	870	870
89	880	880	880	880	880
90	890	890	890	890	890
91	900	900	900	900	900
92	910	910	910	910	910
93	920	920	920	920	920
94	930	930	930	930	930
95	940	940	940	940	940
96	950	950	950	950	950
97	960	960	960	960	960
98	970	970	970	970	970
99	980	980	980	980	980
100	990	990	990	990	990
101	1000	1000	1000	1000	1000

Слайд 6

BDCOM P3310C /концентратор GE PON

Переваги:

- GE PON на базі стандарту IEEE 802.3 ah;
- Деревовидна структура, що підтримує до 64 підключень;
- Дальність передачі до 20 км для 32 підключень і 10 км для 64 підключень;
- До 512 термінальних пристроїв обслуговуються одним концентратором;
- Віддалене керування



Слайд 7

BDcom P1501D1/ термінальний пристрій GE PON

BDcom P1501D1- термінальний пристрій, що спільно з оптичним концентратором є завершеним рішенням для організації мереж доступу на базі технології Ethernet з Гігабітної пропускною здатністю на відрізок останньої милі.

Оптичні характеристики:

1. Оптоволокло - одномодове.
2. Поділ потоку від PON інтерфейсу - до 32 розгалужень.
3. Швидкість передачі - симетричні висхідний і спадний потоки по 1 Гбіт / с.
4. Оптичний бюджет - 29 дБ.
5. Довжини хвиль: передача (Tx) - 1310 нм, прийом (Rx) - 1490нм.



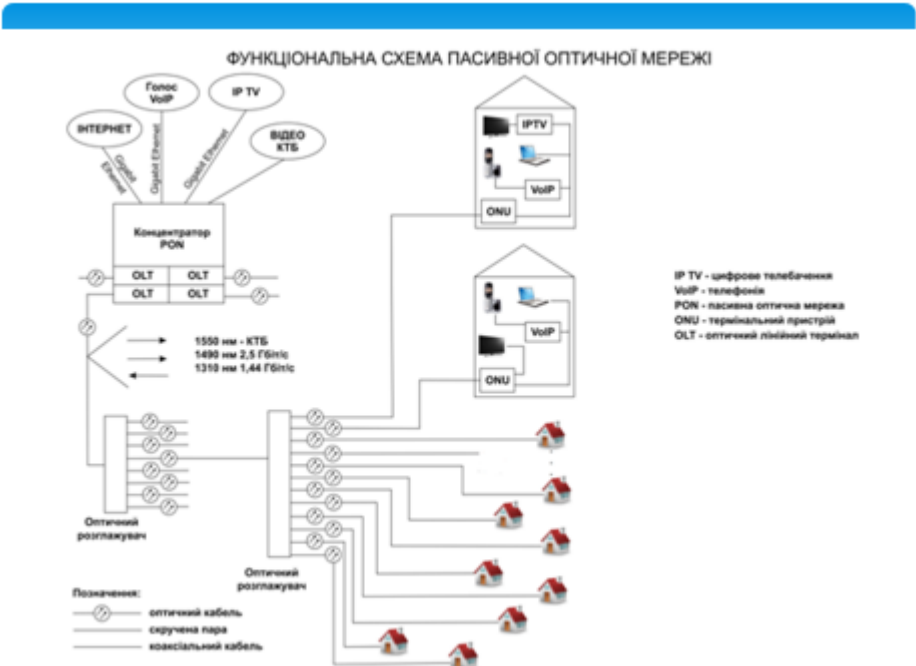
Слайд 8

Облаштування абонентської ділянки



Дроп-муфта з навізним кабелем, що встановлюється на опорі повітряної лінії

Слайд 9



Слайд 10

ВІДГУК

керівника на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Карпова Владислава Юрійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: Безпека комп'ютерних систем та мереж

Тема дипломного проекту:

**Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від
перешкод**

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) обсяг і якість виконання проекту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки)

Пояснювальна записка виконана якісно, у достатньому обсязі відповідно до теми дипломного проекту та складає 68 аркушів ф.А4. Розділи пояснювальної записки відповідають етапам рішення завдання, поставленому у дипломному проекті.

Презентація виконана якісно у достатньому обсязі. Презентація наочно демонструє результати роботи.

б) самостійність роботи над проектом:

Здобувач Карпов В.Ю. самостійно обрав тему дипломного проекту та виявив навички самостійного опрацювання матеріалу над темою. Дипломний проект перевірено на плагіат системою Unichesk. Схожість складає 23,9%

в) теоретична підготовка випускника (випускниці):

здобувача Карпова В.Ю. відповідає вимогам, що надаються до фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання _____

Розроблена мережа відповідає стандарту IEEE 802.3ah EPON или GEAPON (Ethernet PON). В результаті була розроблена структура мережі та перелік необхідного обладнання для надання абонентам послуг мережі Інтернет, телефонії, цифрового телебачення та локальної мережі стандарту Ethernet.

Оцінка розрахункової частини _____ 4 (добре) _____

Оцінка графічної частини _____ 5(відмінно) _____

Загальна оцінка _____ 5 (відмінно) _____

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проекту _____

Краснієнко Наталія Володимирівна

Місце роботи і посада керівника дипломного проекту _____

ВСП ОТФК ОНТУ

Викладач –методист вищої кваліфікаційної категорії

Підпис _____

«10» 06 _____ 2024 р.

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Карпова Владислава Юрійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма Безпека комп'ютерних систем та мереж

Керівник дипломного проекту (роботи) Краснієнко Наталія Володимирівна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 68 сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини 10 аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню

Робота відповідає технічному завданню до дипломного проекту.
Виконана у відповідності з вимогами

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи)

При виконанні дипломного проекту здобувач продемонстрував уміння використовувати останні досягнення науки та техніки, уміння працювати з літературою. Так, здобувач грамотно дослідив та проаналізував усі етапи проектування оптичних систем зв'язку із високою захищеністю від перешкод – (Passive Optical Networks, PON).

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту (роботи) Пояснювальна записка та графічна частина відповідає вимогам, та відображає основні елементи проектування мережі PON.

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи) _____

Тема дипломного проекту є актуальною, виконана у достатньому обсязі, якісно, відповідно до поставленого завдання. Розробка мережі передбачає забезпечення високого рівня захищеності від перешкод і зовнішніх впливів завдяки: відсутності активних компонентів на відкритому повітрі для об'єкту - будівель котеджного містечка поблизу міста Одеса.

д) основні недоліки дипломного проекту (роботи) _____

1. Не достатньо обґрунтовано заходи безпеки у мережі
2. Наявні деякі помилки оформлення
3. Наведений зайвий теоретичний матеріал

Оцінка розрахункової частини	Добре
Оцінка графічної частини	Добре
Загальна оцінка	Добре

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента к.т.н. Селіванова Алла Віталіївна

Місце роботи і посада рецензента Одеський національний технологічний
університет, декан факультету комп'ютерної
інженерії, програмування та кіберзахисту



Підпис: _____

« 17 » червня 2024 р.

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016215199

Дата перевірки:
28.04.2024 21:12:27 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
28.04.2024 21:12:58 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 4КБ-01 Владислав_Карпов

Кількість сторінок: 65 Кількість слів: 9366 Кількість символів: 70598 Розмір файлу: 1.55 MB ID файлу: 1015989305

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

23.9%

Схожість

Найбільша схожість: 4.43% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f21c2c05-f5f2...>)

23.9% Джерела з Інтернету

838

Сторінка 67

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%

Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

13

Підозріле форматування

16
сторінок

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОГО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Карпов В.Ю.

здобувач освіти гр. 4КБ-01, та

Краснієнко Наталія Володимирівна

керівник дипломного проекту,

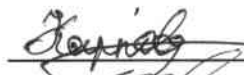
не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту молодшого спеціаліста на тему:

«Розробка оптичної системи зв'язку із високою захищеністю від перешкод» (автор роботи – Карпов В.Ю., керівник роботи – Краснієнко Н.В.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи, і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Карпов В.Ю. /

Керівник



/ Краснієнко Н.В. /

« 10 » 06 2024 р.